

CARTEA TREBUIE ÎNAPOIATĂ, LA. TERMENUL INDICAT

Știința pentru toți

Cunoștințe despre om și societate

?3

-1 II|L 2 0. AUG. 2004

8 - -09- î

7 8-10-16. NOV. O 8 -04

•Ort 2005

„COLECȚIA ȘTIINȚA PENTRU TOȚI* apare sub egida

CONSILIULUI NAȚIONAL

AL

FRONTULUI UNITĂȚII SOCIALISTE

SOLOMON MARCUS

Semne despre semne

EDITURA ȘTIINȚIFICĂ ȘI ENCICLOPEDICĂ București, 1979

fifc

\ Coperta colecției EUGEN KERRY

CUVÎNT EXPLICATIV

248094

f III}}m

O introducere în semiotică poate adopta diferite modalități, variind între aceea de tip foarte sistematic și exact, care obligă la un minuțios aparat de termeni, scheme și referințe și aceea de tip eseistic, care rămâne la aspectele generale și filozofice. Am ales, în cele ce urmează, o cale intermediară. Folosind forma liberă a eseului, am căutat totuși să surprindem câteva din problemele și momentele semnificative ale demersului semiotic efectiv, ilustrat prin exemple dintre cele mai variate, care pun în evidență atât clarificarea conceptuală pe care viziunea semiotică o promovează cât și perspectivele pe care ea le oferă științelor naturii și științelor sociale.

Cititorului nu-i va fi greu să observe că în centrul atenției, ca un numitor comun al celor mai multe aspecte tratate, se află structura de limbaj, ca mod universal de organizare a sistemelor complexe de semne.

Ațit din motive de spațiu, cât și pentru a nu accentua caracterul și așa destul de eterogen al acestei lucrări, am lăsat deoparte sistemele semiotice din artă; asupra lor ne vom îndrepta atenția cu un alt prilej.

AUTORUL

I. SEMIOTICA, ȘTIINȚA DESPRE SEMNE

Semiotica se ocupă de studiul semnelor în natură și în societate. Semnul nu este o calitate în sine a unui obiect, ci o funcție pe care acest obiect o poate dobîndi. Funcția de semn a unui obiect este capacitatea sa de a reprezenta (de a ține loc de) ceva, pentru cineva, în, tr-un anumit context natural sau social. Semnificarea este perceptibilă, el admite un referent (ceva: obiectele, evenimentele sau acțiunile). Dacă se referă el și un semn, er-pretant (Peirce) sau sens (Frege), care este imaginea mentală sau semnul echivalent pe care primul semn îl creează în mintea interpretului sau (cineva). De exemplu, semnul reprezentat de cuvîntul românesc cal admite drept referent pe toți caii care au existat, există sau vor exista, iar interpretantul său este noțiunea de cal. Apare clar, deci, că, în timp ce semnul este perceptibil, iar interpretantul este doar inteligibil, referentul poate prezenta o situație mult mai variată: el poate fi concret sau abstract, individual sau colectiv, static sau dinamic. Față de această structură ternară generală a unui proces de semnificare, structură pe care o vom numi „triunghi semiotic”, există unele situații particulare pe care nu le discutăm aici (posibilitatea absenței referentului sau interpretantului, posibilitatea coincidenței semnului cu referentul etc), nu pentru că nu ar fi importante, ci numai pentru că o atare discuție ar depăși cadrul lucrării de față.

Cîteva observații se impun însă. Unitatea dialectică dintre semn, referent și interpretant este o reflectare a unității dialectice dintre lumea materială (reprezentată de semn și referent) și lumea conceptuală (reprezentată de interpret și referent). Această dublă posibilitate a referentului — de a include entități fizice, ca și entități conceptuale — rezultă, între altele, din posibilitatea ca referentul unui semn să fie un întreg triunghi semiotic. Apare astfel posibilitatea de a se trece de la procese semiotice de ordinul întâi, în cadrul cărora referentul aparține exclusiv lumii materiale, la procese semiotice de ordinul al doilea, în cadrul cărora referentul însuși este un proces semiotic de ordinul întâi, iar apoi la procesele semiotice de ordinul din ce în ce mai mari, corespunzătoare unor grade din ce în ce mai înalte de abstractizare și unor procese de reflectare din ce în ce mai indirectă, dar cu atât mai profundă, a lumii materiale. Aceleași situații pot exista și în ceea ce privește semnul. Dacă semnele uzuale (să le numim „de ordinul întâi”) sînt entități materiale, perceptibile prin simțuri, triun-

ghiurile semiotice generate de acestea pot fi la rîndul lor semne, avînd deci un referent și un interpretant ș.a.m.d. Știința, arta și filozofia sînt deopotrivă tributare unor astfel de procese de reflectare și de cunoaștere, în cadrul cărora, într-o procedare în trepte, elaborările anterioare devin puncte de pornire pentru noi elaborări, din ce în ce mai complexe. Metalimbajele folosite în diferite domenii ale științei și artei sînt o manifestare tipică a unor procese semiotice de ordin superior, referentul fiind aici el însuși un limbaj, adică un sistem semiotic constituit. În același timp, prin prezența obligatorie, în cadrul semnului, a unui element perceptibil și prin faptul că semnele de ordinul întâi (fără de care

cele de ordin superior nu pot exista) sînt direct perceptibile, triumphiul semiotic impune primatul a ceea ce este material față de conceptual nu doar în planul ontologic, ci și în cel gnoseologic, învederînd rolul fundamental al existenței concrete, sensibile și al practicii ca punct de pornire în orice proces de semnificare.

Constituirea semioticii și tipologia semnelor

Rădăcinile semioticii merg departe în istoria cunoașterii umane; ele pot fi urmărite în antichitatea greacă, dar numele cel mai proeminent, dintre precursorii semioticii, este cel al lui Leibniz, cu care calculul devine o parte a teoriei semnelor. Întemeietor al semioticii poate fi considerat matematicianul, logicianul și filozoful Ch. S. Peirce (1839—1914), a cărui operă este cunoscută deocamdată numai fragmentar.

Trei, cu deosebire, sînt disciplinele care au contribuit la formarea ideilor semiotice: medicina, logica și lingvistica. Termenul de semiotică pare să fi fost utilizat de Locke (cu accepția de „doctrină a semnelor”), care, la rîndul său, l-ar fi împrumutat din scrierile lui John Wallis relative la muzică. Nici medicina nu pare să fie străină de originea acestui termen. Noțiuni ca acelea de diagnostic, simptom și sindrom sînt de natură semiotică. Harley Shands observă că medicii desfășoară, uneori fără să știe, adevărate „ritualuri semiotice” pentru a descoperi o boală după semnele pe care oamenii suferinzi le dezvăluie prin felul în care se comportă și prin ceea ce spun. Preluînd o bogată moștenire de idei semiotice, unele foarte vechi, provenind de la stoici, altele de la Leibniz, Locke, Stuart Mill, Frege și de la mulți alții, Peirce este totuși primul care identifică, de o manieră sistematică, noțiunile fundamentale ale semio-

ticii, noțiuni care nu s-au schimbat pînă astăzi. Este vorba mai întâi de celebrul triumphi semiotic la care ne-am referit mai sus, alcătuit din semnul ca atare, obiectul pe care el îl reprezintă și interpretantul semnului, adică — așa cum am mai arătat — reflectarea acestuia în mintea celui care îl interpretează. În alte variante, acest triumphi apare și la Frege și, ulterior, la Carnap și la alți gînditori.

Deci semnul poate fi considerat fie ca atare, fie în relația sa cu obiectul (referentul său), fie în relație cu interpretantul său. Studiind combinatorica rezultantă, Peirce arată că, din punct de vedere teoretic, sînt posibile mii de clase de semne. Dar această imensă varietate poate fi raportată la o anumită tipologie (ternară), conform căreia semnele se repartizează în trei categorii: [semne iconice, semne indiciale și semne simbolice. Această clasificare se referă la tipul de legătură al semnului cu referentul. Funcția iconică are în vedere existența unei (unor) proprietăți comune semnului și referentului. Peirce distinge trei specii de semne iconice: imagini, gra-furi și metafore. Fotografia este o imagine, harta este și ea o imagine, dar reprezentarea grafică poate să meargă pînă la formula algebrică. Funcția indicială are în vedere o anumită contiguitate a semnului cu referentul (cum ar fi un raport de la cauză la efect sau de la parte la întreg). Așit semnele iconice cît și cele indiciale sînt semne motivate — legătura dintre semn și referent fiind motivată printr-o proprietate comună (în particular printr-o analogie) în cazul funcției iconice, printr-un raport de contiguitate în cazul funcției indiciale.

Acestora li se opun semnele simbolice, a căror legătură cu referentul este pur convențională (nemotivată). Exemplul cel mai important de semn simbolic este semnul verbal. Într-adevar, nu există nici o rațiune internă ca obiectul denumit „masă” să aibă această denumire

10

și nu alta; același obiect este numit în limba engleză *table*, deci cu totul altfel. Acest fenomen a condus la cunoscuta teză a arbitrarului semnului lingvistic.

Dar diferite grade de iconicitate au putut fi identificate și în limbile naturale, în care, după cum au arătat cercetători ca Roger W. Wescott și Paolo Valesio, mult mai multe elemente decît s-a crezut imită o realitate nelingvistică (Valesio observă, de exemplu, că în orice limbă strigătul cocoșului este redat prin exact patru silabe). În ce condiții se poate însă vorbi atunci despre un raport analogic? Este un atare raport necesar pentru constituirea unui semn iconic — așa cum stipula Peirce — sau, așa cum consideră alți cercetători, ca Umberto Eco, cîmpul iconicității depășește ideea de analogie? Putem condiționa iconicitatea de intenționalitate? Oare umbra pe care o proiectează pe pămînt un stilp de telegraf, într-o zi însorită, se afla sau nu într-un raport de iconicitate cu stilpul în cauză?

Acestea ca și alte întrebări i-au determinat pe cercetători să organizeze în ultimii ani dezbateri ample avînd ca obiect statutul semnelor iconice. (O parte dintre aceste dezbateri au fost publicate în

revista italiană de semiotică „Versus”). Nu este vorba aici de simple probleme speculative, ci de lămurirea unor concepte și distincții de care depinde în mod esențial înțelegerea unor fenomene atât de delicate și de actuale cum ar fi „arta figurativă”, „pictura abstractă”, „poezia concretă” și altele. Probleme similare apar și în legătură cu semnele indiciale. Raza de acțiune a funcției indiciale este imensă, deoarece se află la baza concepției deterministe asupra universului. Limbile naturale utilizează în mod esențial funcția indicială, prin intermediul expresiilor deictice (expresii al căror referent nu poate fi determinat decât în raport cu un vorbitor sau un interlocutor; de exemplu, pronumele de persoana întâi desemnează persoana care vorbește, iar cel de persoana a doua persoana călăriea i se vorbește; tot expresii deictice sînt unele adverbe de loc și de timp ca, de exemplu, aici, adică locul unde se află vorbitorul, sau ieri, ziua care precede pe aceea în care vorbitorul își rostește discursul). Așa cum funcția iconică generează figuri metaforice, funcția indicială generează figuri metonimice. întreaga varietate de figuri retorice are deci o bază semiotică. Aceste figuri nu apar, așa cum se crede îndeobște, cu precădere în discursul poetic, ci sînt la fel de importante și în discursul științific, dar, evident, ele au aici un caracter convențional și general, în contrast cu caracterul lor original și individual din discursul poetic.

Noțiunea de „semn” și implicațiile utilizării ei teoretice și practice.

Funcția indicială îndeplinește un rol esențial și în lumea biologică (de exemplu, în cazul reflexului condiționat); dar tocmai caracterul ei foarte general a condus la necesitatea de a o îngădi, pentru a nu da conceptului de semn o accepție atât de generală încît să nu i se poată menține interesul. Dealtfel, în ultima vreme, unii cercetători au pus sub semnul întrebării însăși legitimitatea noțiunii de semn. S-a mers pînă acolo încît s-a propus o reconstrucție a semioticii în absența noțiunii de semn, luîndu-se ca punct de pornire relația de consecință, organizată cu ajutorul unor axiome convenabil alese (H. Hiz). Dificultățile precizării noțiunii de semn provin din ambiguitatea procesului de reprezentare a obiectului prin semn și a modului de a concepe semnificația (adică sensul după Frege, sau semnificatul după F. de Saussure, sau intensiunea după Carnap, sau, în sfîrșit, interpretantul după Peirce). După unii cercetători, pentru a se evita o generalitate exagerată a funcției indiciale, semnul trebuie delimitat de „surogat”, acesta din urmă fiind mai general: dacă o persoană B este dele-

12

gata de o altă persoană A s-o înlocuiască într-o anumită activitate, este oare B un semn al lui A sau numai un substitut, un surrogat? Oare sensul poate să apară în absența procesului semiotic? (H. Hiz a pus următoarea întrebare: să presupunem că vîntul, întîlnind un nor, produce un sunet care se întîmplă să fie o frază cu sens în limba engleză. Este aceasta frază un semn? R. Wells răspunde negativ).

Acestea sînt numai cîteva dintre ezitățile semioticii.

Multă vreme s-a crezut că ceea ce distinge pe om de celelalte viețuitoare este capacitatea de a utiliza semne simbolice (a nu se confunda accepția semiotică a simbolului cu aceea din poetică). Dar cercetări privitoare la comportamentul animalelor par să identifice utilizări ale funcției simbolice chiar la viețuitoare mai rudimentare, cum ar fi unele specii de insecte (Th. Sebeok).

Știința este bogată în semne indiciale, inevitabile atât în procesele de generalizare cît și în cele de demonstrare, dar metoda modelării promovează cu deosebită putere, în cercetarea științifică, semnele iconice. Funcțiile semiotice sînt graduale; se poate vorbi despre un grad de iconicitate, despre unul de indicialitate și despre unul de simbolizare ale aceluiași proces semiotic. Nu este mai puțin adevărat că semnele simbolice reprezintă treapta cea mai înaltă de dezvoltare a proceselor de semnificare și expresia superioară a victoriilor pe care cultura le-a repurtat asupra naturii. Se poate afirma, totodată, că semnele simbolice prezintă caracterul cel mai pronunțat social; ele sînt generate exclusiv prin puterea unei conținții pe care o comunitate de indivizi istoricește constituită o poate instaura.

Limbajul uman, chiar dacă — așa cum am observat mai sus — este bogat în fenomene de iconicitate și in-dexicalitate, se bazează mai ales pe semne simbolice. Avem în vedere atât limbile naturale, în cadrul cărora convenția care stă la bază este oarecum camuflată de

13

lunga lor istorie, cît și limbile artificiale, construite, care își formulează explicit convențiile prin care sînt introduse expresiile. Un loc special îl ocupă aici codurile utilizate în telegrafie, sistemele de semne utilizate de diferite științe (formule algebrice, formule din chimia organică ș.a.), dar mai cu seamă limbajele de comunicare om-mașină, de o deosebită importanță astăzi datorită dezvoltării calculatoarelor electronice.

Procese de comunicare în natura și societate

Procese de comunicare constituie, pentru semiotică, un obiect principal de studiu, dar numai atunci cînd ele sînt procese de semnificare. Pentru ca procesul de comunicare să aibă acest caracter, este necesar ca el să includă un proces de codificare; în caz contrar, avem de-a face cu un simplu proces de răspuns la un stimul — dar un stimul nu este un semn, deoarece nu stă în loc de ceva, ci provoacă pur și simplu acest ceva (o îmînare care mă obligă să închid ochii nu este neapărat un semn).

Semiotica stabilește tipologia semnelor care iau naștere în natură și societate. Aceste semne pot fi clasificate din punctul de vedere al sursei lor (anorganice — la rîndul lor naturale sau fabricate, și organice, la rîndul lor extraterestre sau terestre, acestea din urmă pu-tînd fi umane sau nonumane); din punctul de vedere al caracterului lor intenționat (voluntar) sau neintenționat (involuntar) scîncetul pruncului este un semn neintenționat, în timp ce steagul arborat cu ocazia unei sărbători este un semn intenționat; din punctul de vedere al replicabilității lor (o monedă de aur de o anumită greutate înlocuiește oricare obiect care se poate achiziționa cu ea, dar ea este în același timp un semn care are ca referent cantitatea de aur pe care o reprezintă, deci semnul este aici o parte a referentului; repli-

cabilitatea are în acest caz o valoare merceologică, concretizată în moneda de schimb; alte semne revin la un tip abstract, cum este cuvîntul, pe care-l utilizăm prin replicile sale materiale, fonice sau grafice; în sfîrșit, unele semne au un caracter de unicat, aici intrînd semnul estetic, cum ar fi cazul unui tablou original de Rem-brandt, care este totodată și unica sa replică).

O altă triada care a jucat un rol important în dezvoltarea semioticii este constituită de distincțiile dintre sintaxă (studiul relațiilor dintre semnele unui sistem semiotic), semantică (studiul relațiilor dintre semne și obiectele pe care ele le desemnează) și pragmatică (studiul relațiilor dintre semne și cei care le interpretează și le folosesc). Probleme ca influența semanticii asupra sintaxei, granița dintre pragmatică și semantică, influența pragmaticii asupra dezvoltării unui sistem semiotic stau acum în centrul atenției cercetătorilor. Statutul pragmaticii este încă foarte controversat și tot controversată este influența pe care pragmatica limbajelor de programare a calculatoarelor electronice {ALGOL, FORTRAN, COBOL, APL, PL 1 ș.a.) o exercită asupra dezvoltării acestor limbaje. Există încă multe neclarități asupra a ceea ce trebuie să se înțeleagă prin semantica unui limbaj de programare și — implicit — asupra raportului ei cu sintaxa unui astfel de limbaj. Acestea nu sînt speculații, ci probleme concrete și stringente, de a căror rezolvare depinde ameliorarea actualelor limbaje de programare și, implicit, a posibilităților de comunicare om-mașină.

Este interesant de menționat că semioticianul I. M. Lotman de la Universitatea din Tartu (R.S.S. Estonă) consideră că întreaga istorie a culturii clasice ruse admite o periodizare după criterii semiotic[^], distingîndu-se cultura rusă a evului mediu timpuriu, dominată de un tip semantic de cod al culturii, apoi cultura de tip sin-

14

15

tactic a epocii de centralizare (secolele XIV—XVII), apoi cultura iluministă de tip asemantîc și asintactic și, în sfîrșit, o cultură de tip sintactico-semantic, axată în primul rînd pe limbaj.

Noțiunea de conexiune inversă, deși a fost introdusă în cadrul ciberneticii, este esențialmente de natură semiotică. Posibilitatea destinatarului unui mesaj de a deveni sursa unui nou mesaj, al cărui destinatar include sursa primului mesaj, creează un proces semiotic recurent, calitativ diferit de un proces semiotic simplu. Teoria generală a proceselor de comunicare este într-o strînsă întrepătrundere cu semiotica, deoarece într-un proces de comunicare mesajul este semn, emițătorul și destinatarul sînt, alternativ, interpreți, iar contextul la care se referă mesajul este referentul semnului. Cele șase funcții ale procesului de comunicare codificată — emotivă, conativă, referențială, fatică (de centrare asupra canalului), metalingvistică (de centrare asupra codului) și poetică — sînt funcții semiotice, deoarece orice astfel de proces este un proces de semnificare, deci creează o situație semiotică. Teoria informației, prin conceptele de entropie și redundanță, atinge de asemenea problematica de bază a semioticii, deoarece semnul dă o anumită informație despre referent și despre inter-pretant, fiind deci susceptibil de o anumită entropie și o anumită redundanță.

Am schițat doar o mică parte din bogata tipologie a semnelor, suficientă însă pentru a sugera bogăția și varietatea de fenomene pe care semiotica le explică, le clasifică și le sistematizează.

Dezvoltarea cercetărilor de semiotică

Dacă semiotica s-a născut încă în secolul trecut, nu este mai puțin adevărat că interesul și popularitatea ei creștînd sînt de dată recentă. Aceasta se explică prin considerente sociale, culturale și ideologice. În societatea contemporană, capacitatea oricărui obiect, a oricărei manifestări de a se încărca de funcții semiotice este incomparabil mai mare decît în trecut. Aici intervin atît explozia informațională, cît și complexitatea tot mai mare a culturii, dezvoltarea mijloacelor de comunicație de masă, ideologizarea creștîndă a vieții sociale. A trebuit, de asemenea, să se maturizeze studiul unor sisteme semiotice particulare (îndeosebi al limbajului articulat, cel mai important sistem semiotic, dar și al sistemelor semiotice care apar în biologia celulară și moleculară, în examenul clinic al unor boli, în psihologie și psihiatrie, în ritualurile folclorice și în mituri, în comportamentul oamenilor în viața publică, în activitatea marilor centre urbane și a unităților industriale, în conducerea și organizarea vieții economice, în praxiologie, în artă și literatura, în viața animalelor și în comunicarea cosmică). Așa se face că abia în urma cu vreo zece ani începe publicarea

primelor periodice de semiotică, a primelor monografii și are loc constituirea Asociației internaționale de semiotică. Primul congres al acestei asociații s-a ținut în 1974, la Milano; dar centre puternice de cercetări semiotice existau, înainte de ținerea congresului, în Statele Unite ale Americii și în Uniunea Sovietică, în Franța, Polonia, Italia, Ungaria, R.F.G., România, R.D.G. și în alte țări.

În anii din urmă s-a trecut la constituirea asociațiilor naționale de semiotică; de exemplu, în 1974 și 1975 s-au constituit astfel de asociații (sub diverse denumiri) în Canada, România și S.U.A. Organul Asociației internaționale de semiotică este revista „Semiotica”, alte publicații specializate de semiotică apărând în U.R.S.S., Polonia, R.F.G., Italia, Canada, Franța, Brazilia, Belgia și în alte țări; dar numeroase articole de semiotică sînt publicate și în periodice de profil lingvistic, filozofic, logico-matematic, informatic, sociologic etc. Este

16

2 — Semne despre semne

17

important de subliniat ca, de la situația unor preocupări pur speculative, teoretice, așa cum se prezenta semiotica pînă în urmă cu vreo 15 ani, ea a evoluat, constituindu-se ca o disciplină cu structură echilibrată, ale cărei dezvoltări teoretice se împletesc organic cu realizări aplicative importante, avînd implicații directe în viața socială, în dezvoltarea științei și tehnicii. Menționăm în acest sens studiile privind ameliorarea semnelor folosite în traficul rutier sau în organizarea transportului pe calea ferată, ameliorarea sistemelor de stenografie și a limbajelor de programare, diferite probleme de praxiologie și antropologie, de practică medicală, de psihiatrie și psihoterapie, de comunicare artistică, de documentare automată, semiotica artelor vizuale, semiotica muzicală și semiotica literară.

În țara noastră, cercetările de semiotică au căpătat o deosebită dezvoltare, mai cu seamă după 1970. În primul rînd se remarcă varietatea lor: statutul semnului lingvistic, problemele filozofice ale semioticii și semiotica logică, semiotica acțiunii, semiotica actelor de limbaj, semnul poetic, semiotica medicală, tipologia semnelor, aspecte sistemice ale semnului, semiotica stărilor patologice, semiotica narativă, semiotica folclorului, semiotica estetică, cu precădere cea informațională.

O mare parte din cercetările românești de semiotică stau sub semnul metodelor matematice și lingvistico-matematice aplicate cu succes în semiotica muzicală, în semiotica arhitecturii, în semiotica limbajelor de programare, în semiotica acțiunii umane, în semiotica narativă, în semiotica diagnosticului, în semiotica teatrului, în semiotica folclorului, în semiotica negocierilor și în alte semiotici specializate. Unele dintre preocupările enumerate nu se desfășoară sub „firma semioticii”, lucru explicabil prin aceea că domeniul acesta a început abia de curînd să se bucure de interesul și notorietatea pe care le merită.

Mai sînt și alte preocupări de acest fel în țara noastră; este greu să le enumerăm aici, dar vom menționa un exemplu semnificativ. Studiul proceselor de învățare (cu rezultate de renume mondial obținute în cadrul școlii românești de teoria probabilităților), procese în cadrul cărora apar raporturi atît de complexe între ceea ce este înăscut și ceea ce este dobîndit, ridică probleme semiotice delicate privind interpretarea diferitelor tipuri de simptome (deci de semne indiciale).

Chiar din prezentarea relativ sumară de mai sus sperăm că se pot desprinde concluzii suficiente referitoare la importanța problemelor teoretice și aplicative de care se ocupă în prezent semiotica. Semiotica extinde sau, cel puțin, întărește puterea rațiunii umane într-un domeniu foarte abstract, cel al manipulării semnelor. Fără această activitate abstractă, constînd în procese de semnificare și de comunicare, ar fi de neconceput creația umană, fie ea științifică, tehnică, artistică sau filozofică. Prin însuși caracterul său profund interdisciplinar, semiotica deschide largi perspective de colaborare între numeroase domenii. Unele dintre marile posibilități dezvoltate de ea au și fost valorificate, dar multe altele așteaptă încă să fie îndeplinite.

II. METODE

1. Lovitura de biliard

În încercarea sa de cunoaștere cît mai profundă a fenomenelor, știința caută să-și diversifice cît mai mult metodele de investigație. Nu se poate aplica orice metoda la orice fenomen, trebuie să existe o anumită concordanță între metodă și obiect. De exemplu, nu putem studia ecuațiile algebrice numai prin metode experimentale, după cum nu putem studia un fenomen biologic numai pe cale deductivă sau fenomenele economice numai prin observație. Studiul ecuațiilor cere în primul rînd metode logico-deductive, fenomenele biologice reclamă observație și experiment iar cele economice nu pot fi înțelese fără a se folosi, între altele, și metode statistice.

Tendința cercetătorilor este de a realiza concordanța dintre metodă și obiect în cît mai multe situații posibile. Multe din fenomenele lumii înconjurătoare au un caracter empiric fluctuant, ele nu se pretează decît la o cercetare prin observație, experiment și inducție, procedee care pot conduce, eventual, la unele generalizări și clasificări. Așa procedează, de exemplu, științele preponderent descriptive, ca botanica. Așa a procedat multă vreme și lingvistica. Dar exigențele mari ale științei ac-

tuale, necesitatea de a pătrunde cât mai adânc în esența fenomenelor, reclamă o dibăcie cât mai mare, un mod

20

cât mai ingenios de a păcăli natura pentru a învinge dificultatea cu care ea își trădează secretele. În felul acesta, s-a ajuns la metode din ce în ce mai indirecte, mai ingenioase de investigare a fenomenelor. Metoda modelării s-a dezvoltat tocmai datorită acestor exigențe. Esența acestei metode constă în caracterul ei indirect de studiere a obiectului, prin recurgere la un intermediar, care e tocmai modelul; procedeul amintește de tehnica jocului de biliard, unde de asemenea au importanță loviturile indirecte. Dialectica obiect-model¹ are ceva din ciocnirea bilelor albe și roșii pe masa de biliard.

Să presupunem că avem de cercetat un obiect A cărui, prin metodele direct compatibile cu natura lui A, nu i s-a putut dezvălui decât o parte din modul său de funcționare. Obiectul A poate fi, de exemplu, un fenomen economic, supus unor fluctuații permanente, față de care simpla observație, inducție, clasificare și generalizare nu ne poate duce la o cunoaștere suficient de profundă a fenomenului în cauză. Metoda deductivă, bazată pe formalizare și pe calcul, nu este compatibilă cu natura fluctuantă a unui astfel de fenomen. Putem încerca atunci să imaginăm o construcție matematică B, care, neglijând o sumedenie de trăsături și aspecte ale lui A, să rețină totuși unele proprietăți fundamentale ale sale, să-i stimuleze funcționarea, simplificând-o destul de mult pentru ca ea să devină traductibilă matematic, dar destul de puțin pentru ca construcția în cauză să păstreze totuși o analogie semnificativă cu fenomenul A. În aceste condiții, spunem că B este un model (în cazul de față matematic) al lui A. Rezultatele obținute prin investigarea matematică a lui B vor fi semnificative pentru A tocmai în măsura în care B simulează pe A. Așadar, modelul este doar o aproximare a originalului; din acest punct de vedere, el poate fi totdeauna ameliorat, într-adevăr, totdeauna rămîne o anumită discrepanță între model și obiect. Modelul e supus unei tensiuni

21

dialectice, el tinde să se apropie de obiect, pentru a-l aproxima mai bine, dar în același timp tinde să se depărteze de el, pentru a se preta mai bine la o investigare prin metode inaplicabile obiectului original. Deci, un model nu e niciodată optim, el prezintă totdeauna un grad de inadecvare.

Un alt exemplu semnificativ este cel al cercetării medicale. Considerente umanitare împiedică medicina umană să folosească metoda experimentală (numai Germania hitleristă a încălcat acest imperativ!); dar, cu ajutorul unui model al organismului uman viu, model care în acest caz poate fi un cobai sau pur și simplu un cadavru, metoda experimentală reintră în drepturile ei și în cercetarea medicală.

Dintre diferitele tipuri de modele, cele mai importante sînt azi modelele matematice. Utilizate de mult în științele naturii, ele au pătruns în ultima vreme și în științele umaniste și sociale. Acest fapt constituie una din marile revoluții metodologice pe care le-a realizat știința modernă.

2. Structură și sistem

Circulația pe care au căpătat-o acești doi termeni obligă la o disociere riguroasă a lor. Într-adevăr, ei denotă realități distincte, dar înrudite. Atît structura cît și sistemul sînt entități care nu pot fi reduse la simpla alăturare a componentelor lor; între aceste componente se stabilește o anumită organizare. Ele se opun, amîndouă, mulțimilor amorfe de elemente, mulțimi în care nici o organizare nu se stabilește între elemente sau între submulțimi. Dar în timp ce, în cazul structurii, organizarea este de natură relațională, în cadrul unui sistem ea este de natură procesuală. Să ne explicăm.

22

O mulțime de indivizi umani considerați în afara oricărei relații posibile între ei, în afara oricărei organizări, este o mulțime amorfă. La fel, o mulțime de numere considerate în afara oricărui raporturi sau operații posibile între ele sau o mulțime de atomi între care ignorăm legăturile existente sau posibile.

Să presupunem acum că, într-o anumită mulțime de indivizi, ne interesează legăturile de rudenie sau relațiile care se stabilesc între ei în procesul de producție. Iată naștere astfel o structură. Structurile sociale iau naștere tocmai prin diferitele tipuri de relații care se stabilesc între membrii unui grup social sau între diferitele subcolectivități ale unei societăți. O familie, o instituție, o întreprindere, un club sportiv, un oraș, o societate științifică, o clasă socială, un popor sînt structuri sociale din ce în ce mai cuprinzătoare; pentru a le distinge, se folosesc uneori termeni ca microstructura (de exemplu, o familie) și macrostructură (de exemplu, un popor). Un același individ este implicat în diferite microstructuri și macrostructuri, după cum o anumită colectivitate participă la diferite tipuri de organizare socială. Dacă ordonăm mulțimea numerelor naturale după mărimea lor, obținem o structură de ordine. Dacă, cu aceleași numere, definim operația de adunare, obținem ceea ce în matematică se numește o structură de semi-grup. Dacă diferitele combinații organice formate din carbon și hidrogen sînt considerate după modul în care se leagă între ei atomii de carbon, obținem acele structuri chimice numite hidrocarburi.

Importanța științifică a structurilor a crescut în ultimele decenii datorită mai multor împrejurări, dintre care vom evoca aici numai două. În științele naturii au fost puse în evidență unități din ce în ce mai mici (particule elementare în fizică, nucleotizi în genetică etc). Această tendință spre „infinitul mic” a făcut ca atenția să se deplaseze din ce în ce mai mult de la natura

23

elementelor la modul lor de organizare. Așa s-a descoperit, de exemplu, faptul că ereditatea unui individ nu este determinată de natura nucleotizilor săi (aceasta este identică la toate viețuitoarele), ci de modul în care aceștia se combină. În același timp, în unele științe (cu precădere în cele sociale) chiar modul în care sînt definite unitățile de bază este de natură relațională. Așa sînt fonemul și morfemul în lingvistică, noțiunea de marfă și cea de valoare în economie, ca să nu mai vorbim de discipline ca matematica sau filozofia, în care întreaga viziune este relațională.

Însă situații dintre cele mai variate, în special din domeniul biologiei, al tehnicii și al științelor sociale, au arătat că viziunea structurală este uneori insuficientă pentru înțelegerea esenței fenomenelor. Avem în vedere aspectele de proces, care au la bază anumite mecanisme de funcționare susceptibile de anumite stări; aceste mecanisme sînt aplicate unor date de intrare și produc anumite date de ieșire. Așa se prezintă organismul uman în ansamblul său, avînd la bază procese metabolice. Noțiunea de homeostază s-a cristallizat tocmai prin înțelegerea organismului ca proces. Dar aceeași natură procesuală o au diferite componente ale organismului uman, cum ar fi activitatea neuronală.

Ce este nou în aceste fenomene, ce anume se întîmplă aici, care depășește viziunea structurală? Este, de exemplu, faptul că numai cunoașterea combinatoricii nucleotizilor nu poate explica natura eredității, după cum simpla combinatorică a neuronilor nu poate explica natura profundă a activității nervoase.

Este nevoie să se descopere mecanismele de funcționare care stau la baza acestor procese și care conferă coeziune diferitelor lor componente. Pentru activitatea neuronală, un astfel de mecanism a fost indicat de S. C. Kleene, sub forma a ceea ce se numește azi un automat finit. Pentru procesele care stau la baza biologiei celulare, astfel de mecanisme

24

au fost identificate de biologul olandez Aristid Linden-mayer. Pentru ereditate, nu se cunosc încă astfel de mecanisme. Peste tot aici, mecanismele îndeplinesc o funcție de modelare a fenomenului studiat. Cibernetica a luat naștere tocmai dintr-o astfel de viziune sistemică, avînd la bază ipoteza unei analogii între mașini și organisme vii. Ceea ce părea să fie o simplă metaforă a devenit o metodă profundă de investigație științifică.

Procesele de organizare socială și procesele economice de producție și repartiție sînt, de asemenea, exemple de fenomene care nu pot fi înțelese numai pe baza unei viziuni structurale, viziune care s-ar menține la suprafața lor, la manifestarea lor aparentă. Ele reclamă înțelegerea mecanismelor care le stau la bază și care le conferă o anumită integralitate. În această direcție se desfășoară eforturi impresionante. Ori de cîte ori, ca mai sus, o entitate (fie ea cît de complexă) își dezvăluie esența nu numai prin natura componentelor ei și a relațiilor dintre ele, ci, în primul rînd, prin un anumit mod de funcționare, prin anumite procese de transformare și interacțiune, spunem că avem a face cu un sistem, iar abordarea, în acest spirit, a unei probleme, constituie o abordare sistemică.

Dacă structura dă seama despre interdependența componentelor unui tot, sistemul constituie o etapă mai avansată în viziunea dialectică a lumii, dînd posibilitatea să se studieze dinamica internă a fenomenelor.

3. Ambiguu, întîmplător, imprecis

Dacă dintr-o grămadă de creioane cîeva îmi cere să aleg creionul roșu, s-ar putea să apară o ezitare, deoarece nu e clar dacă culoarea roșie se referă la aspectul exterior al creionului sau la modul în care el scrie. Este

25

o situație tipică de ambiguitate. Acest concept, important în semantică, în logică, în lingvistică, în teoria comunicării, în poetică, este studiat de numeroși cercetători. Multe situații ambigue pot fi înlăturate cu ajutorul unor informații suplimentare (așa este de multe ori ambiguitatea lingvistică; ea este înlăturată cu ajutorul contextului). Alteori, ambiguitatea nu poate fi eliminată, dar poate fi redusă; prin prelungirea unui examen clinic, un medic reduce uneori ambiguitatea unui diagnostic, dar nu totdeauna o poate elimina cu totul. În poetică, se vorbește despre o ambiguitate inerentă a operei de artă, ambiguitate care nu poate și nici nu trebuie să fie eliminată. O tipologie totală a situațiilor ambigue nu există încă, ea ar cere un mare efort inter-disciplinar. Dar în multe cazuri s-a putut introduce o măsură a ambiguității, obținîndu-se o scară nuanțată de grade de ambiguitate.

Dacă dintr-un sac cu numere de loterie trebuie să extrag la întîmplare un număr, apare evident o ezitare în ceea ce privește natura acestui număr: va fi el prim? va fi mai mic decît 30? va fi un multiplu de trei? O astfel de ezitare poate fi măsurată cu ajutorul noțiunii de probabilitate. Studiul ei are o vechime de

peste trei sute de ani și formează astăzi unul din cele mai respectabile domenii ale științei: teoria probabilităților. Dar această ezitare este de alt tip decât aceea de la punctul precedent; acolo era vorba de mai multe interpretări posibile ale unei situații, în timp ce aici este vorba de caracterul întâmplător al apartenenței unui obiect la o mulțime sau alta. Cele două tipuri de ezitare se pot combina. De exemplu, care este probabilitatea ca un creion ales la întâmplare să fie roșu? Într-o astfel de situație, ambiguitatea și întâmplarea își dau mâna.

Să presupunem acum că despre creionul ales mi se cere să spun dacă este sau nu lung. Va apărea, evident, o ezitare, deoarece nu dispunem de un criteriu general

26

de definire a calității de lung; cu alte cuvinte, clasa creioanelor lungi nu are o frontieră determinată. Într-o situație asemănătoare se află înalt, chel (să ne amintim de celebrul paradox al chelului: un om chel căruia i s-a adăugat un fir de păr continuă să fie chel, dar dacă unui om fără chelie i se smulge un fir de păr, tot ne-chel rămîne), tînăr, mare, Ungă, departe. De un alt tip sînt atribute ca mort, căsătorit, echilateral, isoscel; în timp ce la acestea din urmă trecerea de la un termen la negația sa este bruscă, discontinuă, la cele dintîi trecerea este graduală, continuă (un om poate fi foarte înalt, nu prea înalt, destul de înalt etc). Pornind de la observația ca situațiile reale sînt deseori de primul tip, profesorul L. A. Zadeh de la Universitatea din California a creat, începînd cu anul 1965, o teorie a mulțimilor pe care le-a numit imprecise (în limba engleză: fuzzy). În teoria clasică a mulțimilor, o mulțime A poate fi caracterizată printr-o funcție care ia valoarea unu în punctele lui A și zero în rest. Un atribut de al doilea tip, ca echilateral, conduce la o mulțime de acest fel, formată din toate triunghiurile echilaterale. Funcția asociată va atribui unui triunghi valoarea unu sau zero, după cum el este sau nu echilateral. O mulțime imprecisă este definită printr-o funcție mai complicată, care asociază fiecărui element o valoare cuprinsă între zero și unu. De exemplu, mulțimea imprecisă definită de atributul chel va asocia fiecărei persoane o valoare între zero și unu, care reprezintă gradul ei de chelie. Loco-tenetul Kojak din cunoscutul serial de televiziune candidează cu multe șanse pentru valoarea maximă unu, în timp ce semnatarul acestor rînduri se plasează probabil undeva între $1/2$ și $3/4$.

Iată deci trei tipuri de ezitări care pot să apară în legătură cu repartizarea unui obiect într-o anumită clasă. Cel de al treilea tip se poate combina cu oricare din cele două precedente (de exemplu expresia „ne în-

27

țilnim lingă colț, în Piața Universității" este ambiguă, deoarece nu se spune despre care colț anume este vorba, și este imprecisă, datorită prezenței lui lingă) sau cu amîndouă deodată. Cînd mi se cere să răspund dacă va fi roșu un creion pe care urmează să-1 iau la întâmplare dintr-o grămadă de creioane de toate culorile și nuanțele posibile, situația este ambiguă, pentru că nu știu la ce se referă atributul roșu; chiar înlăturată această ambiguitate, situația rămîne întâmplătoare și susceptibilă de o probabilitate, determinată de raportul dintre numărul creioanelor roșii și numărul tuturor creioanelor din grămadă; dar voi întâmpina dificultăți în evaluarea acestui raport, deoarece tranziția de la roșu la neroșu este graduală, cu alte cuvinte atributul roșu este, în situația dată, imprecis.

Pînă în 1975, se acumulaseră în studiul mulțimilor și conceptelor imprecise vreo 250 de studii (a se vedea „Mathematical Reviews”, voi. 52, nr. 1, 1976, p. 2). Științele umaniste și sociale, atît de bogate în fenomene care comportă un mare număr de ipostaze și depind de un mare număr de parametri, oferă cu precădere situații imprecise, de tipul celor care fac obiectul teoriei lui Za-deh; ele oferă și nenumărate interferențe ale ambiguiului cu întâmplătorul și cu imprecisul, interferențe care nu prea au fost studiate.

4. Dilema cîinelui

Manifestările agresive ale cîinelui sînt rezultatul a doua tendințe în conflict: furia și teama. Furia este exprimată prin deschiderea gurii și descoperirea dinților, în timp ce teama se exteriorizează prin mișcarea înapoi a urechilor cîinelui. Dacă unul din acești doi factori devine preponderent, comportarea cîinelui devine ușor predictibilă. Este foarte probabil că un cîine furios și

28

curajos va ataca, în timp ce unul fricos și liniștit se va retrage. Este de asemenea foarte probabil că un cîine care nu e nici înfuriat, nici timorat, se va comporta în mod neutru. Ce se întâmplă însă dacă furia și frica apar concomitent și aproximativ cu aceeași intensitate? O algebră naivă ar sugera că, în acest caz, cei doi stimuli în conflict se neutralizează reciproc iar cîinele manifestă indiferență. Dar, în fapt, rareori se întâmplă așa; este foarte probabil că și în acest caz cîinele va ataca sau se va retrage, deci nu va rămîne indiferent.

Să examinăm mai amănunțit această situație cu ajutorul unui sistem de coordonate, reprezentînd pe axa absciselor furia, pe axa ordonatelor teama, iar pe axa cotelor comportarea cîinelui (admitem că ele pot fi măsurate). Planul determinat de primele două axe constituie suprafața de control, deoarece prin intermediul abscisei și ordonatei controlăm factorii care acționează asupra cîinelui. Fiecărui punct de pe

suprafața de control îi corespunde o anumită combinație de stimuli și reciproc. Pe axa cotelor înregistrăm întreaga varietate de comportări ale cîinelui, de la retragerea grabnică, căreia îi vom acorda valoarea minimă, pînă la atacul turbat, căruia îi vom atribui valoarea maximă. Fiecărui punct de pe suprafața de control îi va corespunde, exact deasupra sa, cel puțin un punct al celei mai probabile comportări. Spunem cel puțin, deoarece dacă unei com-binații de furie și teamă în care una din acestea e preponderentă îi corespunde o singură comportare care e cea mai probabilă, nu același lucru se întîmplă atunci cînd furia și teama sînt aproximativ egale; în acest din urmă caz vom avea două comportări foarte probabile: agresiunea și retragerea. între punctele corespunzătoare lor se va afla un al treilea, corespunzător comportării celei mai puțin probabile: indiferența. Totalitatea punctelor exprimînd comportarea cîinelui determină suprafața de comportare; ea prezintă o pantă dinspre zona

29

furiei spre zona fricii. Spre mijlocul ei (deci în partea care se proiectează în vecinătatea primei bisectoare a axelor din suprafața de control), suprafața de comportare prezintă două foi, o foaie superioară, de atac, și una inferioară, de retragere. Aceste două foi pot fi unite cu ajutorul unei a treia, corespunzătoare punctelor de indiferență, în așa fel încît întreaga suprafață să fie constituită dintr-o singură bucată. După cum a arătat E. C. Zeeman, de la care am împrumutat acest exemplu, în zona de mijloc a suprafeței de comportare apare o dublă adîncitură, dînd naștere unei cute. Tocmai această cută reflectă cele mai interesante proprietăți ale suprafeței. Astfel, către origine cuta devine din ce în ce mai îngustă, pînă dispăre într-un punct singular în care se unesc cele trei foi ale suprafeței de comportare. Linia care corespunde muchiilor cutei este numită curba de pliere, iar proiecția ei pe suprafața de control este o curbă asemănătoare cu o astroidă (în limbile engleză și franceză se folosește cuvîntul cusp; deci curba cusp). în această analiză întreprinsă de Zeeman, rolul central revine unei teorii științifice recente: teoria catastrofelor. Autorul ei, Rene Thom, a publicat în 1972 o monografie de sinteză a ideilor sale, intitulată *Stabilite structurelle et morphogenese*. Pe baza teoriei catastrofelor, comportarea cîinelui este, în esență, următoarea: 1) Dacă punctul de control rămîne în exteriorul curbei cusp, comportarea este univalentă (agresivă, dacă abscisa este mare iar ordonata este mică, retractantă, dacă abscisa este mică iar ordonata este mare); 2) Dacă punctul de control se află în interiorul curbei cusp, comportarea este bivalentă; 3) Dacă, în traiectoria sa, punctul de control aflat în exteriorul curbei nu o traversează pe aceasta, atunci traiectoria corespunzătoare pe suprafața de comportare este continuă și chiar netedă, la modificări lente ale stimulilor corespunde o modificare lentă a

30

comportării; 4) Dacă punctul de control traversează curba cusp, atunci se produce o schimbare bruscă a comportării, o „catastrofă”; de la retragere, cîinele trece brusc la atac, sau invers. Comportarea cîinelui poate fi deci anticipată în măsura în care cunoaștem atît natura emoțiilor sale prezente cît și istoria recentă a emoțiilor lui.

După cum vedem, cuvîntul catastrofa este folosit aici într-un sens mai general decît cel obișnuit, incluzînd orice schimbare discontinuă, indiferent de faptul dacă ea este sau nu favorabilă.

III. INFORMAȚIE ȘI EREDITATE

5. Măsura informației

Cu informația s-a întîmplat, în secolul nostru, ceea ce, în trecut, s-a întîmplat, de exemplu, cu electricitatea. Am învățat s-o măsurăm, fără a-i fi pătruns în întregime natura. Mai mult, există astăzi un ansamblu de discipline care se ocupă cu diferite aspecte ale producerii, transmiterii, transformării, păstrării și prelucrării informației, deși o definiție riguroasă și general acceptată a informației nu există. Exemple de discipline informaționale sînt teoria informației (fundată în urmă cu vreo 30 de ani de Claude Shannon), informatica, cibernetica, genetica, lingvistica, criptografia. Ele contrastează cu o serie de discipline tradiționale, care au la bază nu conceptul de informație, ci pe cel de energie. Mecanica, optica, acustica, studiul electricității, al magnetismului, chimia sînt numai cîteva exemple în acest sens. Distincția dintre disciplinele energetice și cele informaționale este foarte pregnantă în domeniul diferitelor tipuri de inginerii. Ingineriile clasice sînt predominant energetice (ingineriile de construcții, electrotehnice, chimice etc), dar nu mai puțin importante sînt astăzi ingineriile informaționale, relative la prelucrarea automată a informației sau la transmiterea la distanță a informației. Evident, distincția dintre fenomenele energetice și cele informaționale nu este atît de tranșantă pe cît ar putea să rezulte din cele spuse pînă aici; în numeroase cazuri, cele două aspecte coexistă și se influențează reciproc, dar din necesități de metodă este bine să le separăm.

O problemă ca aceea a măsurării informației conduce imediat la o întrebare pe cît de simplă, pe atît de fundamentală: care ar putea fi unitatea de măsură a informației? Din experiența pe care știința a acumulat-o în legătură cu alte unități de măsură, se știe ce efect considerabil de obiectivate și de abstractizare este necesar în rezolvarea unei asemenea probleme. Cu unitatea de măsură a masei cunoscută sub numele de kilogram (corespunzătoare masei unui cilindru de platină aliată cu iridiu,

numit „kilogram internațional” și păstrat la Sevres în Franța, masă aproximativ egală cu aceea a unui litru de apă) și cu ajutorul subdiviziunilor ei putem măsura masa oricărui corp, indiferent de natura, forma, culoarea sau mărimea acestuia. Cu unitatea de măsură pentru lungime numită metru (egală cu 1650763,73 lungimi de undă în vid ale radiației care corespunde tranziției atomului de kripton 86 între nivelele energetice $2p_{1/2}$ și $5d_{5/2}$) și cu ajutorul subdiviziunilor ei putem măsura lungimea oricărui obiect, fie el metalic, din lemn sau de hârtie și indiferent de culoarea sa. Cu unitatea de măsură a timpului numită secunda (egală cu fracțiunea $1/31\,556\,925,9747$ dintr-un an tropic fictiv luat pe scara timpului efemeridelor și început la 0 ianuarie 1900 — 31 decembrie 1899 — ora 12) și cu fracțiunile ei putem măsura orice interval de timp, independent de evenimentele cu care acest interval este umplut. Am amintit intenționat aceste formulări, izbitoare prin caracterul lor foarte tehnic și prin acuratețea și precizia cu care sînt elaborate. Ele sînt rezultatul unor tatonări îndelungate; este destul, de exemplu, să amintim

3 — Semne despre semne

33

că definiția actuală a metrului datează abia din anul 1960 și este mai complicată, mai puțin accesibilă decît definiția inițială a metrului, drept a zecea milioana parte din lungimea sfertului meridianului terestru.

Dacă pentru timp, masă sau lungime problema unei unități de măsură este veche, pentru informație această problemă este relativ recentă; prima ei soluție satisfăcătoare a apărut abia în urmă cu vreo 30 de ani. Informația aleasă ca unitate de măsură a fost aceea reprezentată de precizarea unei variante din două variante egal posibile ale unui fenomen care nu admite posibilitatea unei a treia variante (cum ar fi precizarea feței cu care cade la pămînt o monedă aruncată în aer). Informația-unitate a primit numele de bit, o prescurtare a expresiei englezești binary digit (cifră binară), fiind vorba în fapt de precizarea uneia dintre cele două cifre posibile în sistemul binar, 0 și 1.

Definiția bitului ca unitate de măsură a informației poate să surprindă prin simplitatea ei în raport cu definițiile metrului sau secunde. Dar problema grea abia urmează. Sînt informațiile mai complexe, în ciuda varietății conținutului lor, măsurabile cu ajutorul bitului? Putem separa, în orice informație aspectul ei pur cantitativ, așa cum reușim, de exemplu, în cazul masei, să facem abstracție de natura, forma, mărimea și culoarea corpurilor pe care le cîntărim? Pentru unele informații răspunsul este afirmativ; de exemplu, pentru informația reprezentată de precizarea paginii la care deschidem la întîmplare o carte sau a datei aiese la întîmplare în calendarul pe anul 1979. Astfel, pentru o carte de 64 de pagini, precizarea unei pagini este echivalentă cu o informație de șase biți, deoarece $64 = 2^6$. Pentru altele însă, nu știm încă să răspundem la această întrebare. Sîntem încă în căutarea unui cîntar al informației-

34

6. Ereditatea, o problemă de sintaxă

Oricine a urmărit rezultatele impresionante ale geneticii, în ultimele decenii, rezultatele încununuate cu numeroase premii Nobel, a observat desigur terminologia informațional-lingvistică pe care acest domeniu o folosește. Alfabetul eredității este format din patru litere, numite nucleotizi: Ti—timina, C — citozina, G = guanina și A = adenina. Anumite fraze, foarte lungi, formate cu aceste litere, se numesc acizi dezoxiribonucleici (pe scurt ADN). Prin înlocuirea timinei cu un alt nucleotid, numit uracil (simbolizat prin U) acizii dezoxiribonucleici se „rescriu” în așa-numiții acizi ribonucleici (pe scurt ARN). Dicționarul genetic cuprinde 64 de cuvinte — numite codoni — fiecare cuvînt fiind o secvență de trei litere. „Surpriza constă în faptul că specificitatea genetică este exprimată nu cu ideograme, ca în limba chineză, ci cu ajutorul unui alfabet, ca în limba franceză, sau mai degrabă ca în Morse” observă Francois Jacob în cartea sa *La logique du vivant* {Logica viului, Editura enciclopedică română, București, 1972}.

De fapt, un analog lingvistic mai exact al nucleolizilor nu sînt literele, ci fonemele. Amintim că un fonem este o unitate sonoră minimală a limbii, unitate care are funcțiunea de a diferenția cuvintele între ele, precum și formele gramaticale ale aceluiași cuvînt. Un fonem revine la o colecție de trăsături distinctive, acustice sau articulatorii. Nucleotizii au în comun cu fonemele următoarele trei proprietăți, decisive pentru statutul de fonem: 1) nu pot fi descompuși într-o succesiune de unități mai mici; 2) sînt lipsiți de semnificație genetică (au însă una chimică), așa cum fonemele sînt lipsite de semnificație lexicală sau gramaticală (avînd însă una fonologică); 3) pot fi analizați în trăsături distinctive, de natură chimică (în cazul fonemelor, trăsăturile distinctive sînt de natură acustică

35

sau articulatorie). Rămîn însă destule deosebiri între nucleotizi și foneme; acestea clin urmă variază de la o limbă la alta, numărul lor fiind totdeauna cuprins între 10 și 100, în timp ce primii sînt aceiași — în număr de patru — la orice organism viu. Nu pot exista două foneme distincte, dar cu aceleași trăsături distinctive; în schimb, timina și citozina, deși nucleotizi distincți, sînt formați din aceleași elemente

chimice (hidrogen, oxigen, carbon și nitrogen), așezate însă în mod diferit. Putem deci spune că un fonem este o mulțime neordonată de trăsături distinctive (despre fonemul românesc p nu are importanță dacă spun că este consonantic și surd sau surd și consonantic), în timp ce un nucleotid este o mulțime de elemente chimice așezate într-un anumit fel.

Un analog lingvistic mai exact al codonilor nu sînt cuvintele, ci morfemele, unități lingvistice minimale, dotate cu semnificație lexicală sau gramaticală (de exemplu, cuvîntul casa se desface în morfemul lexical cas și morfemul gramatical a). Așa cum un morfem este o secvență de foneme, un codon este o secvență de nucleotizi. Așa cum un morfem poate fi lexical sau gramatical, un codon are fie o semnificație genetică propriu-zisă, codificînd un aminoacid, fie o semnificație ortografică, marcînd sfîrșitul unui mesaj genetic (în această din urmă situație se află numai trei codoni: UAA, UAG și UGA). Așa cum un morfem nu poate fi descompus în unități semnificative (lexical sau gramatical) mai simple, codonii codifică, la rîndul lor, cele mai simple semnificații genetice.

Codul genetic revine la corespondența care se stabilește între codoni și aminoacizi. Ca și în dicționarele limbilor naturale, aici apar fenomene de sinonimie (posibilitatea ca două elemente distincte să aibă aceeași semnificație: ocazie și prilej) și de omonimie (posibilitatea ca un același element să aibă mai multe semnificații: mare),

36

Dacă înțelegem prin gradul de sinonimie al unui codon a numărul codonilor diferiți de a, dar corespunzînd aceluiasi aminoacid ca și a, constatăm că există codoni cu gradul de sinonimie egal cu 5 (de exemplu, AGA, AGG, CGU, CGC, CGA și CGG corespund aceluiasi aminoacid arg), în timp ce un codon ca CCA este de grad 3, AUU are gradul 2 iar UUU are gradul 1. Atunci cînd geneticienii afirmă despre codul genetic că este degenerat, ei au în vedere tocmai existența sinonimiei de grad cel puțin egal cu 1.

Există omonimie în codul genetic? De obicei, se spune, despre codul genetic experimental, că nu are omonimie, dar, după unii autori, unii codoni și-ar schimba semnificația în funcție de poziția pe care o ocupă. Astfel, codonul GUG corespunde aminoacidului met dacă apare la începutul unui ARN, dar codifică aminoacidul val dacă apare la mijlocul unui ARN. Să mai observăm că există contexte în care un codon „gramatical” se transformă într-unui „lexical”. În orice caz, față de omonimia deosebit de bogată și de variată existentă în limbile naturale, se poate spune că omonimia genetică este slabă.

Codonii se înlanțuie în formațiuni din ce în ce mai cuprinzătoare, ca cistroni, operoni, pînă ajung să formeze ADN-ul și, respectiv, ARN-ul. Această organizare ierarhică, pe mai multe nivele, este și ea prezentă în limbile naturale: morfemele se înlanțuie în propoziții, fraze pentru a se constitui apoi în discursuri sau texte.

Limbile naturale sînt dominate de așa-numitul principiu al dublei articulații. O primă articulație, în unități semnificative reprezentate de morfeme, este urmată de o a doua articulație, într-un număr relativ redus de unități fără semnificație (lexicală sau gramaticală), reprezentate de foneme. În timp ce unitățile primei articulații sînt în număr considerabil (de ordinul zecilor de mii), unitățile celei de a doua articulații sînt în număr

37

relativ redus, în orice caz inferior lui 100. Intervin aici așî un principiu combinator cît și o anumită limitare a capacității creierului. Ele pot fi rezumate în modul următor: A obține, dintr-un număr cît mai mic de elemente, o mulțime cît mai bogată de combinații ale lor. Dar probabil că și natura urmează o strategie asemănătoare. Este adevărat că numărul codonilor este relativ mic în raport cu numărul morfemelor dintr-o limbă naturală. Dar articularea mesajului genetic în codoni, a acestora în nucleotizi funcționează ca un adevărat principiu al dublei articulații în genetică. Ceea ce deosebește ereditatea a doi indivizi nu e natura nucleotizilor sau codonilor, ci modul în care aceștia se combină pentru a da naștere celor două tipuri de acizi: ADN-ul și ARN-ul. Ereditatea este o problemă de sintaxă. Dar sintaxa nucleotizilor este încă învăluită în multe mistere.

7. Semantica genetică

Distincția dintre sintaxă și semantică s-a cristalizat concomitent în semiotică, în logică și în lingvistică. Sintaxa unui sistem de semne se referă la combinatorica semnelor în cadrul sistemului, în timp ce semantica are în vedere raporturile dintre aceste semne și realitatea pe care ele o desemnează în cazul eredității, atenția este îndreptată, cum am văzut, asupra a 64 de semne (numite codoni) provenite din cele 64 de moduri de a aranja cu eventuale repetiții, patru tipuri de elemente, (nucleotizi) în șiruri de cîte trei. Realitatea genetică pe care codonii o desemnează este reprezentată de 20 de tipuri de aminoacizi. Sintaxa genetică cuprinde două nivele, cel al ADN-ului (acizii dezoxiribonucleici) și cel al ARN-ului (acizii ribonucleici). Dubla răsucire a

38

ADN-ului contrastează cu răsucirea simplă a ARN-ului iar moleculele de ARN sînt mai mici decît cele de ADN. Semantica genetică este și ea formată din două nivele: nivelul proteinei și cel al

metabolismului. Trecerea de la secvențele de codoni care alcătuiesc ARN-ul la cele de aminoacizi, care alcătuiesc proteinele, este o adevărată operație de traducere, al cărei dicționar este acum cunoscut. O organizare ierarhică riguroasă reglementează atât combinatorica codonilor cât și aceea a aminoacizilor. Anumite lanțuri de codoni, numite cistroni, se află în corespondență bijectivă cu anumite lanțuri polipeptidice (fiecarui cistron îi corespunde un lanț polipeptidic unic determinat și fiecarui lanț polipeptidic îi corespunde exact un cistron, cel căruia lanțul îi este asociat). Anumite colecții de lanțuri polipeptidice determină anumite trăsături ereditare. Cistronii au deci o relativă independență de context iar semnificația lor genetică, manifestată la nivelul metabolismului, e mult mai complexă decât aceea a aminoacizilor. Cistronii au un statut asemănător enunțurilor dintr-o limbă naturală (un enunț fiind acel fragment al unui discurs care este cuprins între două pauze) cu observația că acestea din urmă manifestă o dependență contextuală și o ambiguitate pe care cistronii nu le cunosc. Așa cum frontiera dintre două enunțuri este materializată printr-o pauză (într-o comunicare orală) sau printr-un semn ortografic (într-o comunicare scrisă), frontiera dintre doi cistroni este marcată prin prezența unui codon specializat pentru această funcție (UAA, UAG sau UGA). Așa cum între morfeme nu există, într-un discurs, nici o graniță materială, segmentarea discursului în morfeme fiind rezultatul unei analize, mesajul genetic nu materializează sfârșitul unui codon și începutul altuia, segmentarea ARN-ului în codoni fiind și ea rezultatul unei analize (mai simple decât în cazul unui discurs, deoarece lungimea unui codon este

39

T

fixă, dar mai complicată în măsura în care nu avem sub observație un întreg ARN, ci numai o porțiune a sa). Așa cum compunerea adecvată a enunțurilor conduce la un discurs, anumite lanțuri de cistroni — numite operoni — capătă independența unui mesaj genetic complex,

Nu putem totuși ignora unele deosebiri importante între limbajul genetic și limbajul articulat. În timp ce semantica genetică este construită, ca și sintaxa ei, pe baza unui alfabet (format din cele 20 de tipuri de aminoacizi), fiecare semnificație genetică mai complexă fiind rezultatul compunerii unor elemente ale acestui alfabet, pentru semantica limbilor naturale nu s-a putut identifica încă un inventar finit de semnificații primitive, prin a căror compunere să se obțină orice semnificație exprimabilă lingvistic. (Pînă acum, aceasta s-a putut realiza numai pentru anumite cîmpuri semantice, relativ limitate). Cu alte cuvinte, semantica genetică este cuantificabilă și se construiește în mod aditiv, în timp ce semantica lingvistică este (încă) necuantificabilă și are la bază un principiu integrativ (semnificația unui enunț nu rezultă, în general, prin compunerea liniară a semnificațiilor termenilor). Limbile naturale abundă în expresii idiomatice, adică în acele expresii a căror semnificație globală este altceva decât „suma aritmetică” a semnificațiilor termenilor (vezi expresii ca „fuge de rupe pămîntul” sau „m-am sculat cu noaptea-n cap”; iar pătania acelui erou popular care a încercat să scoată ușa din țîțîni și s-o ia în spinare atunci cînd i s-a spus să tragă ușa după sine este prea cunoscută pentru a o mai aminti aici). Desigur, exagerăm puțin; nici limbile naturale nu s-lipsite complet de procese de compunere a semnificațiilor, nici ereditatea nu este atât de lipsită de surprize încît să se supună exclusiv unor operații cuminți de adunare a unor semnificații elementare. Totuși, se pare că exista mai multă regularitate în ereditatea la care omul se supune decât în limbajul articulat pe care specia umană îl impune. Astfel, se poate arăta că, în timp ce, într-o limbă naturală, la expresii apropiate corespund frecvent semnificații depărtate (dur și dar în limba română, son și sun în limba engleza), codul genetic cunoaște o relativă stabilitate, în sensul că doi co-doni care se află la o distanță mică (această apreciere poate căpăta o formă riguroasă) conduc la un fenomen de sinonimie, cu alte cuvinte le corespunde același aminoacid.

8. Proteina imaginară

Dacă există un domeniu al biologiei care s-a dezvoltat nu numai ca o cercetare de observație și de laborator, ci și ca o cercetare teoretică, de formulare a unor îndrăznețe ipoteze explicative, acesta este în primul rînd genetica. Speculația și experimentul s-au controlat aici reciproc, putîndu-se astfel vorbi despre teorii ale eredității, pe de o parte, și despre codul genetic experimental, pe de altă parte.

Una dintre întrebările geneticii moleculare care are nevoie în momentul de față de imaginarea unor ipoteze solid fundamentat, dar în același timp suficient de îndrăznețe pentru ca puterea lor explicativă să nu fie neglijabilă, s-ar putea formula în modul următor: Care sînt regulile de combinare a aminoacizilor, pentru a da naștere proteinelor? Printre cei care au încercat să aducă o oarecare lumină în această problemă dificilă s-au aflat și matematicienii. Semantica genetică are acest privilegiu (de care semantica limbilor naturale nu beneficiază) de a se construi pe cale sintactică, deci de a se baza pe

40

41

o combinatorică ale cărei recurențe urmează să fie aflate. Un model matematic cu ajutorul căruia s-ar putea simula procesul de constituire a proteinei trebuie să aibă un caracter dinamic, să fie o adevărată

mașină care, prin modul ei de funcționare, generează adevărate procese de creștere. Nu forma finală a proteinei interesează în primul rând aici (deși și aceasta va rezulta din activitatea mașinii noastre), ci tipul de creștere care stă la baza formării ei.

În urmă cu vreo zece ani, cercetătorul polonez Z. Pawlak a propus un model geometric de formare a proteinei. Lungimea constant egală cu trei a codonilor i-a sugerat reprezentarea fiecărui aminoacid printr-un triunghi (echilateral), ale cărui laturi sînt puse în corespondență cu nucleotizii unui codon asociat. Notînd cu cifrele 0, 1, 2, și 3 cele patru tipuri de nucleotizi din componența ARN-ului, se asociază deci laturilor triunghiului cîte una din aceste cifre. Există 64 de moduri în care laturilor unui triunghi li se pot asocia (cu eventuale repetiții) cîte una din cifrele 0, 1, 2, 3. Dar, deoarece există numai 20 de tipuri de aminoacizi, trebuie introduse anumite restricții, care să elimine 44 dintre cele 64 de posibilități. Aceasta se obține în modul următor, La fiecare triunghi se alege o latura care îndeplinește rolul de bază, în raport cu care se definesc latura stîngă și latura dreaptă a triunghiului. Cifrele asociate acestor două laturi nu pot depăși cifra asociată bazei; dar, spre deosebire de cifra asociată laturii stîngi, care este strict mai mică, cifra asociată laturii drepte poate fi, eventual, egală cu cifra asociată bazei. Se constată că aceste condiții pot fi realizate exact în 20 de moduri. Acum se poate defini, printr-un procedeu de inducție, un mod de combinare a celor douăzeci de tipuri de triunghiuri. Vom numi proteină orice mozaic de triunghiuri format după regulile care vor fi specificate

42

și care este saturat, în sensul că regulile nu permit să i se adauge un nou triunghi. Procedeu de inducție pe care îl avem în vedere este următorul. Fiecare triunghi în care atît laturii stîngi cît și laturii drepte li se asociază cifra zero este o proteină. Fiecare triunghi în care cel puțin unei laturi i se asociază o cifră diferită de zero i se poate adăuga un nou triunghi (eventual de același tip cu primul în așa fel încît baza triunghiului adăugat să coincidă cu latura stîngă sau dreaptă a triunghiului existent. Cifra asociată bazei noului triunghi trebuie să coincidă cu cifra asociată, în primul triunghi, laturii pe care ea se suprapune. Dacă laturilor stîngă și dreaptă ale noului triunghi le sînt asociate cifra zero, atunci obținem o proteină formată din două triunghiuri. În cazul contrar, continuăm să adăugăm un nou triunghi, după aceleași reguli, ca în etapa precedentă: baza triunghiului adăugat să coincidă cu latura stîngă sau dreaptă a unui triunghi existent, cu aceeași cifră asociată, în acest fel, deși dispunem numai de 20 de tipuri de triunghiuri, putem forma mozaicuri de n triunghiuri cu n oricît de mare, datorită existenței unor tipuri re-cursive de triunghiuri. Astfel, pornind cu un triunghi în care pe bază și pe latura dreaptă se află cifra 1, putem repeta de n ori aplicarea acestui triunghi rec ur siv; adău-gînd la sfîrșit un triunghi terminal (deci cu cifra zero pe laturi), obținem un mozaic saturat, adică o proteină. Dar, evident, unele dintre proteinele astfel obținute sînt fie prea mici, fie prea mari în raport cu proteinele reale.

Profesorul Bernard Vauquois, de la Universitatea din Grenoble, a arătat că acest proces de formare a proteinei poate fi modelat cu ajutorul unei gramatici independente de context, cuprinzînd 50 de reguli (dintre care 9 recursive), pe un alfabet terminal de 20 de elemente (cele 20 de tipuri de aminoacizi) și un alfabet auxiliar format din patru elemente. Ar rezulta că sin-

43

taxa eredității este ceva mai rudimentară decît aceea a limbilor naturale (acestea din urmă au nevoie de gramatici mult mai complicate); nu trebuie însă să pierdem din vedere că s-a lucrat aici cu o imagine simplificată a mecanismului eredității, escamotîndu-se, de exemplu, structura sa tridimensională. Rămîne de văzut și ce justificare chimică sau genetică ar putea avea diferența de pondere acordată nucleotizilor dintr-un codon și restricția introdusă în combinarea aminoacizilor.

IV. COMUNICARE

9. Elementele comunicării

În ciuda complexității și varietății lor, procesele de comunicare prezintă o structură generală comună, care a putut fi pusă în evidență în ultimele decenii. Această structură comportă o sursă (sau adresant) care produce (emite) un mesaj. Mesajul exprimă o anumită realitate, numită de obicei context sau referent. În funcție de proprietățile canalului (adică mediului) prin care urmează să se transmită mesajul, se folosește o codificare adecvată a mesajului, cu ajutorul unui transmițător, în simboluri apte de a fi transmise prin canal. Dar transmiterea acestor simboluri poate fi perturbată de zgomote, împiedicînd pe receptor să decodifice mesajul primit, pentru a-1 face accesibil destinatarului. De aceea, codul este construit în așa fel încît să fie apt să detecteze și să corecteze eventualele erori care apar în transmiterea mesajului.

Într-o comunicare verbală directă între două persoane care se întîlnesc pe stradă, ele îndeplinesc alternativ rolurile de adresant și de destinatar. Adresantul se confundă aici cu transmițătorul, iar destinatarul se confundă cu receptorul, deoarece canalul de transmisie este chiar aerul înconjurător, iar codul folosit este limba naturală vorbită (în cazul nostru limba română), per-

45

fect adaptata mediului ambiant, deci pe care adresantul și destinatarul o pot folosi fără a mai recurge la

intermediari. Dacă nu depășesc o anumită limită, zgomotele provenite de la pietoni, vehicule sau alte surse și care pot să perturbe mesajul — constituit aici din replici ale interlocutorilor — rămân în general fără un efect nociv, deoarece limbile naturale au posibilitatea de a identifica și corecta erorile, folosindu-se informația dată de cuvintele care preced sau urmează erorii.

Altfel stau lucrurile într-o comunicare telegrafică. Aici, adresantul dorește să comunice cât mai rapid un mesaj unui destinatar aflat la distanță. Mesajul este exprimat inițial într-o limbă naturală, apoi codificat de un telegrafist într-un alfabet cum ar fi alfabetul Morse, adecvat canalului telegrafic, apoi decodificat de un alt telegrafist, care-l transmite, exprimat din nou într-o limbă naturală, destinatarului.

Această structură generală a proceselor de comunicare s-a cristalizat treptat, prin eforturile mai multor științe, cum ar fi lingvistica, teoria comunicării, semiotica, și ale mai multor savanți, dintre care vom menționa pe Karl Buhler (*Die Axiomatik der Sprach-wissenschaft, Kant-Studien*, voi. 38, 1933, pp. 19—90), pe Claude Shannon (*The Mathematical Theory of Communication* Bell System Technical Journal, voi. 27, 1948) și pe Roman Jakobson (*Linguistics and poetics*, în volumul *Style in language* editat de T. A. Sebeok, The M.I.T. Press, 1960).

W. Weaver distinge trei clase de probleme relative la procesele de comunicare: 1) Probleme tehnice, referitoare la acuratețea cu care simbolurile purtătoare ale mesajului sînt codificate, transmise și decodificate; 2) probleme semantice, relative la concordanța dintre me-

46

saj și context și 3) probleme de efectivitate, referitoare la modul în care mesajul recepționat acționează asupra destinatarului în sensul dorit de adresant. Dintre aceste trei clase de probleme, numai primele, cele tehnice, sînt considerate în teoria matematică a comunicării, fundată de C. Shannon și W. Weaver (a se vedea cartea lor *The Mathematical Theory of Communication*, The University of Illinois Press, Urbana, 1949).

Așa se explică faptul că în schema propusă de Shannon pentru procesele de comunicare nu apare deloc referentul (contextul); considerarea sa și a raporturilor sale cu mesajul intră în sfera problemelor semantice. Mesajele nu sînt considerate de Shannon sub aspectul lor semantic, ci numai sub aspectul lor probabilistic, deci al probabilității de apariție a diferitelor combinații de simboluri folosite. Aceasta înseamnă că teoria matematică a informației creată de Shannon are în vedere numai informația selectivă (rezultată din selecția unei variante din mai multe variante posibile), nu și informația semantică. Încercarea de a extinde teoria lui Shannon, pentru a cuprinde în raza ei de acțiune și informația semantică, a făcut obiectul unui mare număr de cercetări, dintre care, la noi în țară, menționăm pe cele ale lui Silviu Găiașu. Pentru multiplele aspecte ale informației și comunicării este semnificativă cartea lui Victor Săhleanu (*Știința și filozofia informației*, Editura politică, București, 1972). Unii autori, ca semioticianul american Charles Morris sau inginerul englez de comunicații Colin Cherry (*On Human Communication*, The M.I.T. Press, 1957—1966) consideră că informația semantică nu este reductibilă la cea selectivă și, deci, scapă teoriei lui Shannon; alții, ca germanul Max Ben-se, acordă acestei teorii șanse mari în domeniul informației semantice și chiar în cel al informației estetice.

47

10. Funcțiile comunicării

Din nici o comunicare nu pot lipsi elementele ei de baza: adresantul, mesajul, contextul sau referentul, canalul sau contactul, codul și destinatarul. Dar, după natura comunicării, unul sau altul dintre aceste elemente poate căpăta o importanță mai mică sau mai mare. Tocmai în raport cu această pondere variabilă a diferitelor componente ale comunicării se definesc funcțiile comunicării, încă din 1933, Karl Bihler se referea la trei funcții diferite, după cum accentul cade pe adresant, pe destinatar sau pe referent. Prima este funcția emotivă sau expresivă, ea subliniază atitudinea adresantului în procesul de comunicare. Se manifestă cu pregnanță în poezia lirică, dar nu numai aici. A doua este funcția conativă și este îndreptată asupra destinatarului; o întîl-nim cu precădere în modalitatea imperativă a comunicării, ca și în cea interogativă, atît de importante în teatru, în oratorie, în justiție. A treia este funcția referențială sau cognitivă și este îndreptată asupra referentului. Comunicarea științifică este cu deosebire guvernată de această funcție, deoarece aici interesează cu precădere nu reacțiile adresantului sau destinatarului sau structura mesajului, ci semnificația, gîndirea, pe care acesta o exprimă. La aceste trei funcții considerate, într-o alta terminologie, de Bihler, Roman Jakobson a adăugat în 1960 alte trei, după cum urmează: funcția fatică se referă la controlul funcționării contactului dintre partenerii comunicării, deci controlul funcționării canalului de comunicare, perturbat, în general, de zgomote (aici cu-vîntul zgomot trebuie luat într-un sens mai general de-cît cel obișnuit, drept orice factor care împiedică funcționarea canalului, deci stabilirea contactului între partenerii comunicării. Astfel, într-un mesaj scris, deterio-

rarea hîrtiei care conține mesajul constituie tot un zgomot). Această funcție se manifestă fie prin repetări ale unor porțiuni ale mesajului — de exemplu cînd discutăm cu cineva pe stradă și trece un

vehicul care produce o gălăgie puternică — fie prin întrebări prin care verificam funcționalitatea canalului. Astfel, într-o convorbire telefonică cerem uneori interlocutorului să repete o parte din mesajul pe care i l-am transmis sau îl întrebăm dacă ne aude, pentru a ne asigura că telefonul a funcționat și că mesajul a fost receptat corect. Multe forme rutinare ale salutului au scopul nu de a transmite un anume mesaj, ci de a semnala partenerului că menținem contactul cu el și că nu l-am dat uitării. Comunicarea cu un copil este și ea puternic guvernată de această funcție; de multe ori, copilul nu are ceva anume de comunicat, ci caută numai să semnaleze că dorește să rămână în contact cu persoana prezentă. Funcția metalingvistică este aceea care subliniază codul. O veche distincție operată în logica este aceea dintre limbajul obiect, deci despre care se discută, și metalimbajul, adică limbajul folosit în investigarea și discutarea limbajului obiect. Uneori, aceste două limbaje coincid; așa se întâmplă de obicei în lingvistică, unde discutăm, de exemplu, în limba română despre limba română. Dar de multe ori aceste două limbaje sînt distincte. Astfel, codurile folosite în telegrafie sau la calculatorul electronic sînt diferite de limba naturală. Ele joacă un rol de metalimbaj, deoarece cu ajutorul lor descriem, analizăm mesaje exprimate inițial într-o limbă naturală. În sfîrșit, rămîne funcția de subliniere a mesajului. Dacă în limbajul științific mesajul este ca o fereastră care nu are o valoare în sine, ci folosește numai ca un intermediar prin care privim realitatea (într-un enunț științific ca Apa fierbe la o sută de grade interesează numai aspectul cognitiv; atenția nu este reținută în nici un fel de modul de exprimare), în lim-

4 — Semne despre semne

49

bajul poetic această fereastră tinde să rețină atenția tot atît de mult ca și realitatea exterioară ei (a se vedea, de exemplu, versul bacovian Aud materia plîngînd sau versul blagian Eu cred ca veșnicia s-a născut la sat); de aceea, funcția de subliniere a mesajului a primit numele de funcție poetică a limbajului. Dar nu trebuie să se vadă în sublinierea mesajului o caracteristică a comunicării poetice; jocurile de cuvinte, atît de frecvente în enigmistică, excelează prin sublinierea mesajului, fără a aparține, în general, artei.

V. LIMBAJE

11. Protezele limbajului

Limbajul articulat nu este numai un mijloc de comunicare, ci și mijlocul principal de formare a gîndirii noastre. Cu alte cuvinte, gîndirea și vorbirea nu pot exista una fără alta. Evident, aceasta este adevărat nu la nivelul individului, ci la cel al speciei. Însă în numeroase împrejurări limbajul articulat este insuficient și are nevoie de tot felul de „proteze” și prelungiri. Faptul acesta este cu deosebire vizibil în știință, unde alături de limba naturală se folosesc simboluri și formule matematice sau logice, formule chimice, reprezentări grafice ca cele din proiectele ingineresti sau de arhitectură, diferite coduri adaptate mijloacelor tehnice folosite în comunicare și împrejurărilor în care ea are loc etc. Limbile naturale nu pot face față singure exigențelor de rigoare ale științei moderne și nu fac posibilă o exprimare suficient de concisă și de sugestivă, fără de care limbajul științific nu și-ar putea exercita funcția sa euristică. Într-adevăr, limbajul științific se bazează în mare măsură pe inducție și pe deducție, deci pe forme de activitate a gîndirii în care fiecare etapă se sprijină esențial pe etapele anterioare; dacă rezultatul acestora nu ar putea fi exprimat suficient de precis, de concis și de sugestiv, atunci el nu ar putea fi utilizat mai departe iar raționamentul s-ar bloca prin nesesizarea sensului

51

său de dezvoltare. De exemplu, dacă formula pătratului unui binom ar fi exprimată numai în cuvinte (pătratul unui binom este egal cu suma pătratelor termenilor, adunată cu dublul produsului lor), nu și în simboluri $((a + b)^2 = a^2 + b^2 + 2ab)$ ar fi greu, dacă nu imposibil, să intuim, să găsim și să stabilim prin inducție formula lui Newton de dezvoltare a puterii de un exponent natural oarecare a unui binom. Împrăștierea exprimării nu ar lăsa să se întrevadă nici măcar formula care dă puterea a treia a unui binom. Nu am mai putea cuprinde dintr-o privire această formula, care cu greu ar mai interveni ca element al unui raționament ulterior. Ar fi astfel paralizată una din cele mai puternice metode prin care gîndirea științifică înaintează spre adevăruri din ce în ce mai complexe și mai profunde: concentrarea succesivă a notațiilor. Este suficient să ne gîndim la cristalizarea ideii de număr real cu ajutorul a trei etape prealabile: număr natural, număr întreg, număr rațional. Un număr real este notat de obicei cu o singură literă, dar el este de fapt o clasă infinită de șiruri de numere raționale, un număr rațional fiind o clasă infinită de perechi de numere întregi, iar un număr întreg fiind o clasă infinită de perechi de numere naturale. Fiecare din aceste clase are o structură foarte complexă, dar numai printr-o notație economică ea poate fi implicată în construirea unui concept nou.

Un alt exemplu este mai apropiat de vorbirea curentă. Dacă spun sa vina Ion sau Elena și Matei, apar două neclarități, una decurgînd din ambiguitatea lui sau (expresia A sau B se poate înțelege fie în sensul de cel puțin unul dintre A și B, fie în acela de unul și numai unul dintre ei), cealaltă din absența

unor paranteze care să indice dacă este vorba de (Ion sau Elena) și Matei sau despre Ion sau (Elena și Matei). Dar aceste paranteze nu-și au un corespondent în limba vorbită și nu se obișnuiesc în limba scrisă. Se observă că prin combi-

52

narea celor două neclarități rezultă patru interpretări posibile pentru expresia în discuție. Astfel de ambiguități sînt înlăturate prin introducerea unei notații simbolice a operațiilor de disjuncție, conjuncție, negație și implicație logică, prin folosirea parantezelor și prin instituirea unui calcul riguros cu propozițiile logice; este exact ceea ce se face în cadrul unui capitol elementar al logicii, numit calculul propozițional. Să observăm, de altfel, că, prin creșterea numărului de propoziții, operațiile logice cu ele nici n-ar mai putea fi efectuate „cu ochii liberi”, efortul de atenție și memorie devenind prea mare.

Nu este însă mai puțin adevărat că, și atunci cînd recurgem la simboluri și expresii auxiliare, noi continuăm să gîndim tot prin intermediul limbajului articulat, mai precis prin intermediul limbii noastre materne. Același lucru se întîmplă cînd învățăm o limbă străină; ne exprimăm, de exemplu, în limba engleză, dar continuăm să gîndim în românește. Fenomene asemănătoare au loc în domeniul expresiei artistice. Dacă poezia se folosește rar de elemente exterioare limbilor naturale, muzica și artele vizuale au la bază limbaje specializate, dar și acestea depind de limbile naturale. De exemplu, s-a arătat de mai multe ori că muzica fiecărui popor este marcată de limba pe care el o vorbește.

Limbile naturale sînt rezultatul unei lungi evoluții, fiecare generație le primește și le modifică în mod spontan. Lor li se adaugă limbile artificiale, rezultat al unor construcții deliberate. Unele limbi artificiale, cum ar fi esperanto, sînt confecționate din „bucăți” de limbi naturale. Mai importante sînt însă limbile artificiale moderne promovate de știință, tehnică și artă, de dezvoltarea calculatoarelor electronice și a comunicațiilor de masă. După cum se vede, limbile artificiale au altă istorie decît limbile naturale. Au ele și altă structură? Dacă este vorba de a se găsi o proprietate de structură care

53

apartine oricărei limbi naturale și lipsește oricărei limbi artificiale, atunci întrebarea își așteaptă încă răspunsul. Dintr-o listă de cîteva zeci de proprietăți care candidează pentru o delimitare structurală a limbilor naturale în raport cu cele artificiale nici una nu rezista la o analiză mai atentă. Poate că nici n-ar trebui să ne mire acest lucru. Atîta vreme cît limbile pe care le numim artificiale sînt proteze și prelungiri ale limbilor naturale, fiind, ca și acestea din urmă, expresii esențiale ale limbajului uman, este de așteptat ca nici opoziția dintre ele să nu fie radicală.

12. Limbi artificiale și limbaje artificiale

Multă vreme, ideea unei limbi artificiale a fost legată de dorința de a dispune de o limbă pe care s-o poată utiliza întreaga omenire. Descartes credea că dificultatea principală în realizarea acestui deziderat ar fi absența unei gramatici construite strict logic și cu minimum de mijloace: o singură declinare, o singură conjugare și așa mai departe, o gramatică fără neregularități și fără excepții. O atare gramatică, împreună cu un vocabular judicios construit, ar putea, credea Descartes, să conducă la o limbă a tuturor locuitorilor Pămîntului. Idei asemănătoare l-au frămîntat și pe Leibniz, care, în vederea alcătuirii unui vocabular universal, preconiza un catalog complet al ideilor de bază. Ultimele secole au cunoscut numeroase variante ale acestor proiecte, care-și au rădăcinile în cele mai vechi timpuri, dar ele s-au intensificat atunci cînd latina a încetat de a mai fi limba internațională a științei, fiind înlocuită de limbile naționale. Din această evoluție, vom menționa crearea, de către Johann Martin Schleyer în 1879 a limbii

54

volapiik (denumire rezultată din combinarea cuvintelor englezești word și speak); această limbă, despre care la Iași a apărut încă în anul 1887 un manual, își extrage elementele în primul rînd din engleză, latină, germană și franceză, dar rezultatul este un idiom care nu mai are legătură explicită cu nici una din aceste limbi. Cam în același timp a fost realizată, tot cu „bucăți” din limbile naturale, și o altă limbă artificială, esperanto, de către medicul polonez L. L. Zamenhof. În această limbă s-au compus chiar opere literare și s-au scris lucrări științifice de valoare. Esperanto își selecționează rădăcinile cuvintelor în special din limbile romano-germanice. Astfel de încercări s-au rafinat mereu, pînă în zilele noastre, dar nu vom urmări evoluția lor acum, ci vom constata că în ultimele decenii știința și arta au promovat o nouă clasă de mijloace artificiale de comunicare, cu scopul de a extinde raza de acțiune a comunicării umane, a investigației științifice, a reflecției filozofice și a explorărilor artistice. În acest scop, se folosesc diferite tipuri de semne, altele decît cele ale alfabetului limbilor naturale. Avem în vedere limbajul formulelor matematice, al simbolurilor logice, al formulelor chimice, limbajele de comunicare între om și mașină, în particular limbajele de programare la calculatorul electronic, limbajul muzical, limbajele artelor vizuale, limbajele prin care omul încearcă să intre în legătură cu eventualele ființe cugetătoare existente pe alte corpuri cerești și așa mai departe. Toate acestea sînt limbaje artificiale; ele se disting atît prin finalitate cît și prin structură de limbile artificiale, de tipul

volapiik sau esperanto. Comun tuturor limbajelor artificiale este faptul că ele sînt rezultatul unor construcții deliberate, dedicate unei utilizări foarte specializate. Prin aceasta, ele contrastează cu limbile naturale, cum ar fi româna, franceza, rusa, engleza și atîtea altele; acestea din urmă sînt deosebit de versatile, cu o utilizare cvasiuniversală și sînt rezul-

55

tatul unei lungi evoluții, datorită căreia motivația inițială a celor mai multe expresii nu mai poate fi sesizată de vorbitorii actuali.

Este însă important de observat că, oricîte limbaje artificiale ar produce cultura omenească, ele se sprijină esențial pe limbile naturale, chiar atunci cînd nu folosesc efectiv nici una din expresiile acestora. Limbajele artificiale nu aspiră, ca volapiik sau esperanto, la universalitate; ele vor numai să prelungească și/sau să înlocuiască limbile naturale, atunci cînd exigențele de rigoare (ca în cazul logico-matematic), cele privind natura interlocutorului (ca în cazul limbajelor de programare sau al limbajelor de comunicare cosmică) sau alte tipuri de exigențe o cer.

Evoluția limbilor naturale în sensul unei apropieri din ce în ce mai accentuate între ele este, desigur, un proces lent, dar sigur. În felul acesta, se va realiza și dezideratul pe care l-au avut în vedere creatorii limbilor artificiale de tipul esperanto. Dar limbajele artificiale vor rămîne mereu în actualitate, perfecționîndu-se neîncetat, pentru a suplimenta limbile naturale în toate problemele puse de știință și artă, de tehnică, de filozofie și de viața practică.

13. Limbaje de programare

Pentru ca o problemă să poată fi rezolvată cu ajutorul calculatorului electronic, este necesar ca soluția ei să capete o formă algoritmică, adică să se reprezinte ca o succesiune determinată de operații precise. Această succesiune, numită algoritm, este convertită într-un șir de instrucțiuni date calculatorului, adică într-un program. Ar fi foarte nepractic ca fiecare program să fie scris

56

prin procedee ad-hoc. De aceea, se folosește un limbaj special constituit pentru elaborarea programelor de calculator, numit limbaj de programare. S-au elaborat mai multe astfel de limbaje. De exemplu, în gestiune și contabilitate se folosește limbajul COBOL, în proiectare și cercetare este preferat FORTRAN IV. Un limbaj ca PL/I întrunește atît unele calități ale COBOL-ului cît și unele ale FORTRAN-ului. Deși consumator de multă memorie (evident, a calculatorului, nu a omului), un limbaj foarte adecvat în probleme de cercetare este APL care, probabil, va fi introdus curînd și la noi în țară. Tot în cercetare este utilizat și ALGOL 68. La Centrul de calcul al Universității din București, se lucrează intens la un nou limbaj de programare, de concepție românească.

Construirea unor limbaje de programare cît mai perfecționate este deci deosebit de actuală. Una din dificultăți consta în faptul că nu știm încă în ce constă noțiunea generală de program de calculator (aproape fiecare autor are modul său de a o descrie). O cauză importantă a acestei situații este absența unei teorii generale a calculului (avem în vedere nu calculul numeric, ci calculul simbolic, de natură pur logică; acesta din urmă conține ca un caz particular pe cel dintîi și corespunde activității reale a unui calculator electronic care, cel puțin în mod direct, nu lucrează cu numere, ci cu simboluri logice). Este adevărat, există de peste patruzeci de ani unele formulări riguroase ale ideii de calcul. Însă diferitele modele logice ale unui calculator, cum ar fi mașina Turing sau diferite tipuri de automate sînt mult simplificate față de calculatoarele electronice existente. Așa se face că statutul semiotic al limbajelor de programare prezintă încă multe semne de întrebare și repune în discuție unele concepte și distincții care păreau lămurite: sintaxă — semantică — pragmatică, limbă naturală ■ ■ limbă artificială etc. Sin-

57

taxa unui limbaj de programare constă într-o mulțime de reguli (adică o gramatică) prin care se determina dacă un șir finit oarecare de simboluri ale limbajului reprezintă sau nu un program. Deocamdată, cel mai bun mod de a exprima aceste reguli este cel sugerat de studiul limbilor naturale (prin teoria gramaticilor generative ale lui Chomsky). Semantică unui limbaj de programare se ocupă de semnificațiile programelor. „Au sau nu două programe aceeași semnificație?”, „Este capabil un anumit program să rezolve o anumită problemă?”, iată două dintre întrebările care se pun. Și aici, sugestiile limbilor naturale sînt utilizate cu succes. Astfel, un loc important îl ocupă „semantică recursivă”, un mod de a deriva semnificația unui constituent din semnificațiile constituentilor săi imediați. Logicianul leningrădean G. S. Tseytin a arătat în 1971 că numeroase fenomene din limbile naturale apar în limbajele de programare: extinderea unui limbaj cu ajutorul unor definiții noi; includerea în limbaj a nivelului metalimbajului (ca în limbajul LISP); fenomenele de polisemie (în ALGOL 68 și în alte limbaje o secvență de simboluri își poate modifica semnificația în funcție de context); apariția unor aspecte conversaționale; utilizarea relației sintactice „a fi un constituent al lui” și a relației anaforice to identify (ca în ALGOL 68), ca să nu mai vorbim de faptul că unele cuvinte englezești sînt utilizate ca atare în limbajele de programare. Tseytin preconizează prelucrarea deliberată

a unor proprietăți structurale profunde ale limbilor naturale, în vederea creării unor limbaje de programare din ce în ce mai puternice. Pragmatica unui limbaj de programare se referă la raporturile sale cu cei care-l folosesc. Nu este totdeauna ușor să se distingă între pragmatica și semantica unui limbaj de programare, după cum nici granița dintre semantică și sintaxă nu este totdeauna clară, deoarece unele semnificații sînt descrise sintactic. După cum ne-a

58

amintit J. W. De Bakker, în raportul său asupra limbajelor de programare, la Congresul internațional de logică, metodologie și filozofia științei (Amsterdam, 1967), se pune problema creării unor limbaje de programare care să permită programatorului să includă în program eventuale modificări sau extensiuni ale limbajului. Este deci clar că pragmatica, adică activitatea programatorilor, exercită o influență esențială asupra evoluției limbajelor de programare.

Față de această situație, putem accepta pentru limbajele de programare un statut de limbaj artificial formal, asemănător celui pe care-l au limbajele logice (cum ar fi limbajul calculului propozițional, limbajul calculului cu predicate), sau aceste limbaje își află mai degrabă locul alături de limbile naturale, ca româna, engleza, rusa sau franceza?

Este probabil că limbajele de programare au, în raport cu cele două clase de limbaje considerate mai sus (cele formale și cele naturale) un statut intermediar.

14. Despre natura emotivă a japonezilor

Numărul din 17 ianuarie 1978 al ziarului elvețian „La Suisse” prezintă cercetările profesorului Tadanobu Tsunoda, de la Universitatea de medicină din Tokio. Este vorba de descoperirea unor particularități funcționale pe care le-ar prezenta creierul japonezilor.

Este admis în mod curent că activitățile cerebrale sînt localizate, după natura lor, în una sau alta dintre cele două emisfere ale creierului. Dominantă este emisfera stîngă, unde-și au sediul operațiile logice, în timp ce emisfera dreaptă controlează intuițiile și emoțiile, în particular toate acele stări de spirit care stau la baza activităților artistice. Dar poate că distincția cea mai

59

semnificativă dintre cele două emisfere este marcată de modul diferit în care ele sînt solicitate de stimulii acustici. Astfel, sunetele individuale, diferitele zgomote provenind fie din natura biologică, fie din cea neînsuflăită, sînt înregistrate în emisfera dreaptă a creierului, în timp ce limbajul articulat revine emisferei stîngi.

Iată însă că cercetările experimentale ale lui Tsunoda aduc în atenție o realitate surprinzătoare: la japonezi, emisfera cerebrală stîngă este nu numai sediul limbajului articulat, ci și locul de înregistrare al unor sunete individuale complexe, în particular al vocalelor, al zgomotelor provenite de la animale, al cîntecului păsărilor și chiar al muzicii japoneze instrumentale tradiționale. Deci, fără să piardă nici una dintre funcțiile ei cunoscute, emisfera cerebrală stîngă preia și unele funcții care în mod curent aparțin emisferei drepte.

De unde provine această modificare funcțională în activitatea creierului? Ea este determinată de rolul deosebit pe care îl au vocalele izolate în limba japoneză. Numeroase cuvinte japoneze sînt exprimate prin astfel de vocale. De exemplu, vocala e înseamnă imagine, dar înseamnă și hrana. Din acest motiv, înregistrarea acestor vocale nu se mai face în emisfera dreaptă, ci în cea stîngă. Odată cu vocalele, pătrund în emisfera stîngă numeroase sunete complexe care aparțin universului nostru emoțional și estetic. Această contaminare a emisferei stîngi de unele funcții exercitate de obicei de emisfera dreaptă ar explica, după părerea lui Tsunoda, natura emotivă și sentimentală a japonezilor, dar și simțul lor estetic riguros controlat, manifestat sub forma unor adevărate ritualuri, ca îngrijirea florilor, ceremonia ceaiului, poezia haikus (poem format din trei versuri, primul și al treilea din cîte cinci silabe iar cel de al doilea de șapte silabe) sau teatrul noh.

Desigur, aceste cercetări sînt prea proaspete pentru a se putea stabili întreaga lor semnificație. Poate că

60

unele interpretări vor fi amendate. Experiențele lui Tsunoda au arătat, în orice caz, că nu este vorba de o structura anatomică specifică a creierului japonezilor; copiii din părinți japonezi, dacă sînt crescuți într-o altă limbă, nu mai prezintă particularitățile funcționale menționate, după cum copiii din părinți neajaponezi manifestă aceste particularități dacă sînt crescuți în limba japoneză. Deci nu este vorba de un fenomen ereditar, de ceea ce ar aparține componentei înnăscute a procesului de învățare, ci de o particularitate funcțională dobîndită prin exercițiu. Faptul că natura acestui exercițiu este esențial lingvistică ni se pare deosebit de semnificativ. Vedem aici o nouă confirmare a ipotezei conform căreia deprinderea limbajului articulat este, la om, procesul fundamental de învățare, care prefigurează și

orientează toate celelalte procese de învățare și creație.

În una din lecțiile sale de inițiere muzicală, celebrul dirijor Leonard Bernstein dezvoltă ideea că muzica fiecărui popor poartă amprenta limbii pe care el o vorbește. Iar la întâlnirea de la Madrid din decembrie 1977, în cadrul proiectului privind învățarea, organizat sub auspiciile Clubului Pcle la Roma, Eleonora Mașini, secretarul general al Federației Mondiale pentru Studiul Viitorului, propunea să se pornească, în studiul proceselor de învățare, de la funcționalitatea diferențiată a celor două emisfere cerebrale. Dacă mai adăugăm la acestea faptul că una dintre teoriile care au revoluționat gândirea științifică a secolului nostru, teoria generativă a lui Noam Chomsky, își propune tocmai să modeleze activitatea lingvistică a creierului uman, ne dăm seama că cercetările lui Tsunoda aparțin uneia dintre cele mai importante direcții de dezvoltare a gândirii științifice contemporane, iar rezultatele sale sînt în consonanță cu cele ale multor alți cercetători.

r

VI. LOGICĂ ȘI LINGVISTICA

15. Propoziție logică și propoziție gramaticală

Prin propoziție se înțelege în logică orice produs al gândirii, exprimat lingvistic, susceptibil de a fi adevărat sau fals. În conformitate cu o tradiție care vine de la Aristotel, adevărul unei propoziții este o relație a ei cu acea parte din realitate pe care ea o exprimă. Pentru a stabili dacă propoziția Pămîntul se mișcă în jurul Soarelui este adevărată, nu ne adresăm logicii, ci mecanicii și astronomiei; numai acestea din urmă, științe de observație, deducție și calcul, sînt în măsură să dezvăluie starea de fapt exprimată în propoziția menționată.

Însă gândirea omenească elaborează și propoziții a căror legătură cu realitatea direct observabilă nu apare ușor. Dacă numim propoziții de ordinul întâi cele care se referă nemijlocit la această realitate, putem considera drept propoziții de ordinul al doilea pe cele care se referă nemijlocit la propoziții de ordinul întâi. Continuînd în acest fel, definim propoziții de ordin din ce în ce mai ridicat. Dar oricît de multe faze intermediare s-ar interpune între o propoziție și realitatea direct perceptibilă, legătura dintre ele nu se pierde niciodată.

Faptul că propozițiile logice sînt formulate cu ajutorul unor propoziții gramaticale pune în mod natural problema raportului dintre ele. Propoziția este definită în gramatică drept „cea mai mică unitate a sintaxei

care poate apărea de sine stătătoare și care comunică o judecată logică sau o idee cu caracter afectiv sau volițional” (Gramatica limbii române, voi. II, ediția a II-a, Editura Academiei, București, 1963, p. 7).

Din compararea celor două definiții rezultă ușor diferența dintre propozițiile logice și cele gramaticale. Mai întâi, propoziția gramaticală este alcătuită din cuvinte, în timp ce propoziția logică este alcătuită din noțiuni. Fiecare propoziție logică are ca suport un șir de una sau mai multe propoziții gramaticale, dar reciproca nu este adevărată, într-adevăr, suportul lingvistic al unei propoziții logice constă în propoziții cu caracter declarativ (de exemplu Ion citește ziarul, sau Vorbesc la telefon și privesc pe fereastră). Celelalte tipuri de propoziții gramaticale, cum ar fi cele care exprimă o întrebare (Mergi mîine la teatru) sau au un caracter imperativ (Ferește-tel), nu pot fi suportul unor propoziții logice, deoarece nu sînt susceptibile de a fi adevărate sau false.

Mai este și un alt aspect. Semnificația unei propoziții declarative este o propoziție logică unic determinată, dar aceeași propoziție logică admite, în general, mai multe propoziții declarative drept suport lingvistic. Astfel, propozițiile gramaticale Ion citește ziarul și Ziarul e citit de Ion exprimă una și aceeași propoziție logică.

Pornind de la anumite propoziții logice, putem obține altele, prin operații de echivalență, conjuncție, disjuncție, negație și implicație logică. Dacă p și q sînt două propoziții logice, echivalența lor este o nouă propoziție, adevărată dacă și numai dacă p și q sînt sau amîndouă adevărate, sau amîndouă false. Conjuncția logică a lui p și q este adevărată dacă atît p cît și q sînt adevărate. Disjuncția logică a lui p și q este adevărată atunci cînd cel puțin una dintre propozițiile p și q este adevărată. Negația lui p este adevărată exact atunci cînd p este falsă. Implicația lui q de către p este falsă numai

62

63

dacă p este adevărată iar q este falsă. Se instituie astfel un calcul cu propoziții logice, care conduce la propoziții din ce în ce mai complicate. Rostul calculului propozițional este tocmai de a stabili reguli de deducere a adevărului sau falsității acestor propoziții complexe, în funcție de adevărul sau falsitatea propozițiilor de ple-

care. Există, fără îndoială, o anumită corespondență între operațiile logice și cele lingvistice, dar ele sînt esențial diferite. Pentru a da un singur exemplu, conjuncția gramaticală și din limba română corespunde, dar numai parțial, conjuncției logice (Gr. C. Moisil a analizat această corespondență în articolul Asupra conjuncției „și”, în Omagiu lui AL Rosetti la 70 de ani Editura Academiei, București,

1965, pp. 587—591). Să mai observăm că, în timp ce conjuncția logică a două propoziții este tot o propoziție logică, conjuncția gramaticală a două propoziții gramaticale nu mai este o propoziție gramaticală; dar fraza obținută continuă să fie suportul unei propoziții logice, dacă propozițiile gramaticale de plecare au fost suportul unor astfel de propoziții (ca în exemplul de mai sus al frazei Vorbesc la telefon și privesc pe fereastra).

Din sumedenia de expuneri ale noțiunii de propoziție și ale calculului propozițional existente în limba română, vom menționa aici pe una dintre cele mai recente: aceea tradusă din limba germană, a lui Georg Klaus (Logica modernă, Editura științifică și enciclopedică, București, 1977).

16. Lingvistica cibernetică

Denumirea de lingvistică cibernetică circulă concomitent cu altele, de o semnificație apropiată: lingvistică

64

inginerescă, lingvistică computațională, lingvistică aplicată. Legătura dintre lingvistică și cibernetică rezultă chiar din obiectul lor; lingvistica studiază structura și evoluția limbajului uman, în timp ce cibernetica se ocupă de modurile de obținere, păstrare, transmitere și prelucrare a informației în sistemele de control și comunicare. Un sistem cibernetic este deci alcătuit dintr-un dispozitiv de direcție și control, un obiect asupra căruia se exercită controlul și două legături, una directă, de la dispozitivul de direcție la obiectul controlat, alta inversă, de la acesta din urmă la cel dintâi. Astfel de sisteme apar în egală măsură în tehnică, în lumea biologică, în activitatea economico-administrativă și în alte activități sociale.

Sistemul nervos al unui organism viu a fost unul dintre primele sisteme studiate de cibernetică. Nu întâmplător, noțiunea de automat finit a apărut în legătură cu studiul activității neuronilor (S. C. Kleene). Limbajul uman este și el un sistem cibernetic. Într-adevăr, vorbirea este controlată de anumiți centri nervoși din creier; între acești centri și organul fonator al omului există atât o legătură directă, de elaborare a vorbirii, cât și una inversă, de control al ei. (Neurocibernetica fonațiunii a fost studiată la noi în țară de Edmond Nicolau și Constantin Bălăceanu; a se vedea cartea lor Elemente de neurocibernetică, Editura științifică, București, 1967). Deficiențele în funcționarea acestui sistem cibernetic și modalitățile de a le înlătura sînt studiate de logopedie (a se vedea, de exemplu, Introducere în logopedie, voi. 1, coordonator Constantin Păunescu, Editura didactică și pedagogică, București, 1976). O deosebită amploare au luat, în ultimele decenii, cercetările asupra afaziei, o tulburare a funcțiilor limbajului datorată unor leziuni ale centrilor nervoși corespunzători; cu alte cuvinte, organul director și de control al vorbirii este împiedicat să funcționeze în mod normal. (Cercetări interesante, 5 — Semne despre semne

65

Ib-

teoretice și experimentale, asupra afaziei, se desfășoară de mai mulți ani la Institutul de neurologie din București, sub conducerea acad. A. Kreindler, dr. A. Fradis și dr. Ion Voinescu; a se vedea, de exemplu, cartea primilor doi Afazia, Editura Academiei, București, 1970).

Putem deci spune că în preocupările lingvisticii cibernetice intră orice aspect al limbajului în care este implicată conexiunea inversă între centrii nervoși ai vorbirii și organul fonator. Astfel de aspecte sînt importante nu numai în fenomenele de patologie a limbajului, ca în exemplele de mai sus, ci și în funcționarea sa normală.

Dar legătura dintre lingvistică și cibernetică mai apare și altfel. Transmiterea la distanță a vorbirii umane (radio, telefon, televiziune, telegrafie) și prelucrarea automată a informației lingvistice (rezumare, indexare și, în general, documentare automată, traducere automată, folosirea calculatorului electronic în descifrarea unor inscripții, în stabilirea paternității unor texte, în datarea și localizarea lor) pun problema comunicării lingvistice și controlului ei prin diferite canale de comunicație și prin diferite mașini, care sînt și ele sisteme cibernetică. Dealtfel, Norbert Wiener definea cibernetica drept studiul controlului și comunicării în mașini și în organisme vii, punînd astfel în evidență preocuparea ciberneticii pentru asemănările de structură dintre lumea tehnică și cea biologică. Foneticieni și ingineri electroniști studiază, cu bune rezultate, analiza și sinteza automată a vorbirii. Apare astfel posibilitatea de a simula prin mijloace tehnice un fenomen care părea să aparțină exclusiv existenței umane.

Dar transferul pe mașini și aparate a unor activități lingvistice pune probleme delicate de codificare adecvată a informației lingvistice și de descriere algoritmică a structurii gramaticale și semantice a limbilor naturale. Rezultatele obținute în această direcție arată

66

ca multe activități lingvistice pot fi automatizate, fără ca aceasta să însemne că mecanismul global al vorbirii umane poate fi simulat pe un calculator. Ipoteza lui Wiener asupra izomorfismului funcțional dintre mașini și organisme vii se confirmă pe deplin, dar în același timp își dezvăluie caracterul ei inevitabil parțial. Lumea vie se diferențiază astfel prin gradul ei superior de complexitate față de lumea

anorganică. Dar aceasta nu înseamnă că modelele mecanice nu pot fi relevante în studiul lumii vii. Viața repetă în mod netrivial unele organizări ale universului fizic. Dincolo de varietatea infinită a structurilor de suprafață, natura prezintă un număr relativ redus de tipuri de structuri de adâncime. O astfel de structură de adâncime, care marchează atât procesele lingvistice naturale cât și simularea lor pe diferite dispozitive mecanice sau electronice, este tocmai structura lor comună de proces cibernetic.

17. Traducerea automată, o problemă lingvistică

Despre traduceri poetice s-a spus că frumusețea lor este invers proporțională cu fidelitatea lor față de textul original. Dar traduceri de texte științifice? Nu cumva ele se desfășoară după reguli precise, care pot fi programate la un calculator electronic? Această întrebare a apărut destul de târziu. În urmă cu 30 de ani, însăși expresia de „traducere cu mașina” ar fi părut lipsită de sens. În urmă cu 22 de ani, despre traducerea cu un calculator electronic se discuta în cercuri restrânse de specialiști, dar ea stârnea nedumerire și chiar perplexitate în rândul publicului științific mai larg. În urmă cu 17 ani, ea devenise o preocupare pentru multe colective de lingviști, ingineri și matematicieni; despre ea scriau

67

revistele de popularizare a științei și chiar presa de mare tiraj, încât lumea se obișnuise și cu această nouă descoperire științifică.

Problema traducerii automate constă în a adapta procesul de analiză lingvistică la limbajul mașinii. Acesta din urmă este limbajul lui 0 și 1, al lămpilor stinse sau aprinse. Codificând literele cu ajutorul numerelor, se obține o codificare numerică corespunzătoare a cuvintelor. Pe de altă parte, se poate arăta că orice număr admite o reprezentare care folosește exclusiv cifrele 0 și 1. În felul acesta, devine posibil — cel puțin în principiu — ca întreaga bogăție a vocabularului unei limbi să fie introdusă în memoria unui calculator electronic. Dar, după cum se știe, traducerea unui text nu constă pur și simplu în înlocuirea fiecărui cuvânt prin cuvântul corespunzător din limba în care se traduce. Trebuie să se țină seama și de gramatică. Odată cu fiecare cuvânt, se introduce în memoria mașinii și o anumită informație gramaticală, în special morfologică. De exemplu, putem conveni să notăm cu 0 singularul, cu 1 pluralul, cu 0 nominativ-acuzativul, cu 1 genitiv-dati-vul, cu 0 masculinul, cu 1 femininul. În acest fel, unui cuvânt, de exemplu carte, i se va asocia informația morfologică 001, adică „singular, nominativ-acuzativ, feminin”. Abia acum însă urmează partea cea mai complicată. Trebuie construit un algoritm, adică o succesiune determinată de reguli de analiză sintactico-semantică în care, folosind criterii poziționale, contextuale și, în general, suficient de formale pentru ca să poată fi convertite în limbajul lui 0 și 1, să căpătăm posibilitatea de a stabili corespondentul structurii sintactico-semantice a textului care se traduce, în limba în care se face traducerea.

În măsura în care trebuie să se țină seama de structura generală a unui calculator electronic și de particularitățile calculatorului la care urmează să se facă traducerea, problema prezintă, evident, și un aspect ingi-

68

neresc. Însă dificultățile sînt în primul rînd de ordin lingvistic. În ceea ce privește matematica, ea nu intervine aici nici prin sinuși și cosinuși, nici prin logaritmi, ci prin modul de gîndire pe care ea îl promovează. S-a spus că mașina electronică de calcul este un imbecil de geniu. În această privință, s-au obținut, în ultimele decenii unele realizări interesante. Alcătuirea algoritmilor de traducere cu mașina continuă să fie utilă și preocupă și astăzi pe unii specialiști. Totuși, de vreo zece ani se constată un reflux al preocupărilor cu caracter practic, dîndu-se în schimb o atenție mai mare aspectelor teoretice. Care este explicația acestei situații? Performanțele obținute cu prilejul experimentelor de traducere automată n-au putut trece dincolo de textele științifice de o structură relativ rudimentară. Nu s-a putut depăși stadiul ei de experiment, pentru a se obține o rentabilitate pe scară industrială a traducerilor cu mașina, și nici nu se întrevide aceasta într-un viitor apropiat.

Cum s-a ajuns la acest impas? Baza teoretică pe care urma să se sprijine traducerea automată s-a constatat că este încă insuficientă, însuși conceptul de traducere, ca un concept riguros al științei, nefiind încă bine lămurit. Această bază teoretică este acum în curs de elaborare, prin crearea unor modele logice de limbă care simulează activitatea lingvistică a creierului uman, explicitînd competența noastră lingvistică. Este interesant faptul că aceste modele au fost furnizate de dezvoltarea din ultimele decenii a logicii matematice și că ele modelează, în același timp, și fenomene de altă natură, cum ar fi cec neuronale și cele genetice. În felul acesta, se întîlnesc, într-un straniu dar profund paralelism, preocupări dintre cele mai variate, ca structuralismul lingvistic, logica matematică, teoria mașinilor matematice, psihologia limbajului, teoria limbajelor genetice, studiul

activității nervoase.

69

VII ÎNVĂȚAREA

18. Teoria învățării

Conceptul de învățare se află de vreo două decenii în centrul atenției unor cercetători venind din dome-

nii foarte diferite: psihologie, pedagogie, cibernetică, informatică, matematică, lingvistică și altele. Mașini de învățat, inteligență artificială, recunoașterea formelor sînt numai cîteva sintagme care circulă, în literatura de specialitate, în legătură cu acest concept atît de controversat. Cum învățăm? Cum învață copilul limba maternă? Ce raport există, în cadrul procesului de învățare, între ceea ce este înăscut (deci dobîndit prin ereditate) și ceea ce este dobîndit din experiență? Cum stă performanța umană față de competența umană? Prin ce se deosebește învățarea la om de învățarea la animal? În ce măsură — și în ce fel — este învățarea un proces creativ și în ce măsură este ea o activitate rutinară, stereotipă? Care sînt procesele de învățare care au o desfășurare algoritmică și pot fi simulate pe calculator? Din această mare varietate de preocupări, vom considera acum numai una, care a reținut în egală măsură pe psihologi, pe filozofi, pe lingviști și pe matematicieni: componenta empirică și componenta genetică a învățării.

S-au împlinit nu demult două decenii de la apariția a două cărți care rezumau două poziții extreme în concepțiile despre învățare: una, a lui B. F. Skinner (Ver-

70

hal Behaviour, Appleton-Century-Crofts), a marcat punctul culminant al unei vechi tradiții, conform căreia procesul de învățare este rezultatul răspunsurilor pe care organismul le dă la diverși stimuli, cu ajutorul unor dispozitive periferice de prelucrare a datelor experienței; cealaltă, a lui Noam Chomsky (Syntactic Structures, Mouton, Haga), a introdus un nou punct de vedere, conform căruia procesul de învățare este, la om, rezultatul activității unor mecanisme creative ale creierului, mecanisme înăscute, capabile de o productivitate infinită, dar care nu pot fi declanșate decît în contact cu experiența. Chomsky avea în vedere învățarea limbii materne, dar semnificațiile teoriei lui sînt mult mai generale. De fapt, prin felul în care reprezintă mecanismul competenței lingvistice, Chomsky adoptă, nemărturisit, ipoteza conform căreia acest mecanism este, în esență, de aceeași structură cu mecanismul activității logice, așa cum l-a descris, în deceniile al doilea și al treilea ale secolului nostru, marele matematician David Hilbert. Acesta din urmă a elaborat prima teorie a demonstrației, descriind riguros raportul dintre termeni, enunțuri, axiome, reguli de deducție și teoreme, sub forma unui sistem formal care reprezintă, în limbajul de azi, o adevărată mașină generativă. La Chomsky, enunțurile sînt înlocuite cu șiruri finite de cuvinte sau morfeme, axiomele sînt înlocuite cu simboluri de semnificație categorială (propoziție, grup nominal, grup verbal, verb tranzitiv etc), regulile de deducție cu reguli de derivație, iar teoremele cu fraze corect formate. Sistemul formal al lui Chomsky, versiune modernă a celui preconizat de Hilbert, primește numele de gramatică generativă, fiind de fapt echivalent cu diferite tipuri de automate. Așa cum sistemul formal al lui Hilbert modelează activitatea logică a creierului uman, gramatica generativă a lui Chomsky modelează activitatea lingvistică a acestuia.

71

Pozițiile lui Skinner și Chomsky au antecedente cu cîteva secole în urmă. Dacă pentru Locke și Hume cunoașterea rezultă în primul rînd din experiență, din prelucrarea senzațiilor și impresiilor, cu ajutorul unor operații de asociere, diferențiere, inducție și generalizare, pentru Descartes și Leibniz prima sursă a cunoștințelor este rațiunea noastră, achiziția de cunoștințe fiind manifestarea unor aptitudini înăscute. Distincția dintre aceste două atitudini a fost formulată plastic în felul următor: dacă un sculptor își propune să modeleze, avînd la dispoziție un bloc de marmură, chipul lui Hercule, atunci, după prima atitudine, blocul de marmură e o tabula rasa, în care, prin observare și studiu, va fi modelat chipul lui Hercule, în timp ce, după a doua atitudine, chipul acestui erou mitologic există deja în blocul de marmură (ca proiecție a unei idei înăscute), unica datorie (izvorînd din experiență) a sculptorului fiind de a îndepărta din blocul de marmură ceea ce prisosește.

Dincolo de un anumit radicalism, filozofic periculos dar uneori metodologic necesar, pentru că știința are nevoie de separații pe care natura nu le realizează, reprezentarea procesului de învățare ca un raport între acțiunea unor mecanisme cu creativitate infinită și acțiunea unor dispozitive periferice de prelucrare a datelor experienței s-a dovedit a avea o cuprinzătoare capacitate explicativă și a stimulat cercetări în plină dezvoltare.

19. Matematica învățării

O bună parte din matematica învățării s-a născut mult înainte ca ea să-și asume acest rol. În 1935, mate-

72

maticienii Octav Onicescu și Gheorghe Mihoc au introdus noțiunea de lanț sau proces cu legături complete, care generalizează noțiunea de lanț sau proces Markov într-un proces Markov, este vorba de o evoluție aleatoare care, pornind de la momentul t , nu depinde decît de starea la momentul t , nu și de modul în care s-a ajuns la ea. Cu alte cuvinte, influența trecutului este limitată la valoarea de la care se pornește, deci trecutul intervine numai prin rezultatul pe care l-a furnizat. Problema care i-a sugerat lui Markov această noțiune a fost succesiunea vocalelor și consoanelor într-un text (poemul Evgheni

Oneghin al lui Pușkin). În fapt, apariția unui sunet pe o anumită poziție într-un text nu este influențată numai de apariția precedentă (astăzi se știe că influența unei litere într-un text se exercită, în medie, asupra a 30 de poziții care-i urmează). Însă, pentru a nu complica problema, Markov a adoptat o reprezentare simplificatoare.

LANȚURILE CU LEGĂTURI COMPLETE SÎNT UN MODEL MAI FIN AL PROCESULOR ALEATOARE REALE, ELE IAU ÎN CONSIDERARE ÎNTR-O MĂSURĂ MAI MARE INFLUENȚA TRECUTULUI, ATÎT DE IMPORTANTA ÎN UNELE PROCESSE BIOLOGICE (CUM AR FI EVOLUȚIA BOLILOR EREDITARE) SAU SOCIALE.

ÎN DECENIUL AL ȘASELEA AL SECOLULUI NOSTRU, ATENȚIA A NUMEROȘI CERCETĂTORI AMERICANI ESTE ÎNDREPTATĂ ASUPRA UNOR PROCESSE DE ÎNVĂȚARE SUB FORMA UNOR PROBE SUCCESIVE LA CARE ESTE SUPUS UN SUBIECT AFLAT SUB SUPRAVEGHEREA UNUI PROFESOR SAU EXPERIMENTATOR. SE CONSTATĂ CĂ SCHIMBĂRILE OBSERVATE ÎN COMPORTAREA SUBIECTULUI POT FI DESCRISE PRIN MECANISME CARE MODIFICĂ PROBABILITĂȚILE RĂSPUNSURILOR POSIBILE ÎN FUNCȚIE DE EVENIMENTELE CARE INTERVIN DE LA O PROBĂ LA ALTA. O EXPRESIE SEMNIFICATIVĂ A ACESTOR CERCETĂRI ESTE CARTEA *Stochastic Models for Learning* publicată de R.R. Bush și F. Mosteller în 1955. Aparatul matematic folosit aici este în esență tocmai teoria construită de profesorii O. Onicescu și Gh. Mi-

'73

hoc în 1935; dar acest lucru avea să fie observat și recunoscut (de către cercetătorii americani) abia după publicarea cărții. Faptul a stimulat în mod deosebit pe tinerii probabiliști români. Marius Iosifescu extinde în 1963 teoria lui Onicescu și Mihoc, elaborînd așa-numita teorie a sistemelor cu legături complete și adăugînd la studiul proceselor de învățare controlate de către subiecți, fără intervenția profesorului sau experimentatorului, studiul acelor procese care admit intervenția activă a acestora. Cele mai multe dintre experimentele la care au fost aplicate modelele de învățare — observă M. Iosifescu — constau dintr-un șir de probe, în fiecare din care subiectul este supus unei configurații de stimuli aleasă dintr-o mulțime de astfel de configurații definite prin caracteristici controlate de experimentator. Subiectul dă apoi un răspuns care este unul din comportamentele sale posibile. La zece ani după rezultatele remarcabile ale lui Iosifescu, o teorie matematică a învățării care ia în considerare, într-un mod explicit, componenta innăscută a procesului de învățare este propusă de cercetătorii japonezi Y. Uesaka, T. Aizawa, T. Ebara și K. Ozeki. Instrumentul matematic nu mai este teoria proceselor stohastice, ci topologia. Un obiect de învățat este reprezentat ca un șir infinit de perechi ordonate de numere naturale, o pereche reprezentînd un stimul și un răspuns la acesta. Condiția ca un obiect de învățat să fie infinit arată, pe de o parte, că din unele obiecte (cum ar fi marile creații artistice) mai rămîne totdeauna ceva de sesizat, pe de altă parte, că experiența singură, nesuținută de unele mecanisme innăscute ale creierului, nu poate face fața proceselor de învățare. Un datum al experienței este totdeauna o colecție finită de stimuli și răspunsuri. Dar subiectul care învață poate „interpola”, prin creativitatea sa ereditară, colecții infinite de perechi de stimuli și răspunsuri.

Dialectica acestei situații constă

74

ÎN FAPTUL CĂ EXPERIENȚA NU POATE DEVENI ÎNVĂȚARE ÎN ABSENȚA MECANISMELOR CREATIVE ALE CREIERULUI, IAR CREATIVITATEA RĂMÎNE NUMAI VIRTUALĂ FĂRĂ CONTACTUL CU EXPERIENȚA. TOPOLOGIA ÎNVĂȚĂRII CONSTĂ ÎN DEFINIREA VECINĂȚĂȚILOR OBIECTELOR DE ÎNVĂȚAT, ÎN FUNCȚIE DE SOLIDARITATEA ACESTOR DOUĂ LATURI ALE PROCESULUI DE ÎNVĂȚARE. SE CONSTATĂ CĂ ACEASTĂ TOPOLOGIE POATE FI GENERATĂ DE O DISTANȚĂ ÎNTRE OBIECTELE DE ÎNVĂȚAT. (A SE VEDEA ȘI PARAGRAFUL ANTERIOR).

DEOARECE COMPONENTA ÎNNĂSCUTĂ A ÎNVĂȚĂRII ESTE ÎNFINITĂ, SIMULAREA FUNCȚIONĂRII EI ESTE REALIZATĂ CU AJUTORUL UNOR TIPURI ADECVATE DE AUTOMATE (ÎN SENSUL LOGICII MATEMATICE) ȘI GRAMATICI (ÎN SENSUL TEORIEI LIMBAJELOR FORMALE).

20. PERCEPȚIA LOGARITMICĂ A LUMII

SÎNT PESTE 350 DE ANI DE CÎND SCOȚIANUL JOHN NEPER A DEFINIT ÎN MATEMATICĂ FUNCȚIA LOGARITMICĂ, FUNCȚIE CARE A DEVENIT ULTERIOR EXPRESIA CELA MAI SIMPLĂ ȘI MAI PREGNANTĂ A CREȘTERII LENTE, DAR NELIMITATE. DE MULTĂ VREME, MANUALELE ȘCOLARE ÎNVĂȚĂ MODUL ÎN CARE, CU AJUTORUL LOGARITMULUI, REDUCEM UNELE OPERAȚII LA ALTELE, MAI SIMPLE (ÎN PRIMUL RÎND ÎNMULȚIREA LA ADUNARE). PRIN ÎNAPLI-CABILITATEA SA LA CANTITĂȚI NEGATIVE, PRIN COMPORTAREA SA INTERESANTĂ ÎN VECINĂȚATEA LUI ZERO, LOGARITMUL ASCUNDE NUMEROASE CAPCANE, CARE, DIN PĂCATE, MAI FAC ÎNCĂ NUMEROASE VICTIME PRINTRE ELEVII (ȘI CHIAI PRINTRE STUDENȚI). AMINTIM CĂ LOGARITMUL ÎN BAZA A $\{a > 0\}$ AL UNUI NUMĂR ESTE PUTEREA LA CARE TREBUIE SĂ RIDICĂM PE A PENTRU A OBTÎNE ACEL NUMĂR. ASTFEL, LOGARITMUL LUI 100 ÎN BAZA

75

10 ESTE 2, DEOARECE $10^2=100$. OBSERVAȚIA CARE A DECLANȘAT INTRODUCEREA LOGARITMILOR PARE SĂ FIE FAPTUL CĂ, ÎNTR-UN ȘIR DE NUMERE CARE FORMEAZĂ O PROGRESIE GEOMETRICĂ (DECI DE FORMA $a, a^2, a^3, \dots, a^n, \dots$) PUTERILE LA CARE SE RIDICĂ RAȚIA (a , ÎN NOTAȚIA NOASTRĂ) SÎNT DISPUSE ÎN PROGRESIE ARITMETICĂ: 1, 2, 3, ..., n , ..., ÎN ACEST FEL ÎNMULȚIREA (SAU ÎMPĂRȚIREA) A DOI TERMENI AI PRIMEI PROGRESII REVINE LA ADUNAREA (RESPECTIV SCĂDEREA) TERMENILOR CORESPUNZĂTORI DIN A DOUA PROGRESIE: $a^m \cdot a^n = a^{m+n}$ $a^m / a^n = a^{m-n}$. FIECARE TERMEN AL PROGRESIEI ARITMETICE ESTE LOGARITMUL TERMENULUI CORESPUNZĂTOR DIN PROGRESIA GEOMETRICĂ.

Dar mai e oare nevoie acum de această simplificare, în condițiile în care calculatoarele electronice moderne sînt capabile să efectueze într-un timp foarte scurt milioane de operații? Tabelele de logaritmi au devenit oarecum desuete; unde mai e popularitatea lor (printre școlari cel puțin!) de acum cîteva decenii, cînd calculele algebrice erau efectuate cu precădere pe cale manuală (sau cu o timidă prelungire a creierului uman, rigla de calcul)?

Dar destinația inițială a unei descoperiri importante este totdeauna suplimentată cu semnificații ulterioare, de multe ori foarte depărtate de ceea ce a constituit rațiunea inițială a descoperirii respective. Nici logaritmul nu a făcut excepție în această privință. Ultimele două secole au pus în evidență unele semnificații fundamentale ale logaritmului, relative la modul în care omul percepe lumea înconjurătoare. Așa se face că dependența logaritmă este astăzi considerată drept unul dintre aspectele majore ale relației dintre umanitate și uni-

vers.

Să evocăm mai întîi faimoasa lege descoperită de E. H. Weber și formulată matematic de G. T. Fechner, în secolul trecut, lege conform căreia un șir de excitații măsurabile, aflate în progresie geometrică, produce un

76

șir de senzații (pe care le presupunem de asemenea măsurabile) aflate în progresie aritmetică, altfel spus, senzația variază ca logaritmul excitației (deci mult mai lent decît aceasta din urmă). Prin descoperirea unor astfel de dependențe a luat naștere, în secolul trecut, psiho-fizica, adică studiul comparativ și cantitativ al manifestărilor exterioare care însoțesc exercițiul facultăților noastre spirituale (în fapt, studiul psihicului cu ajutorul fizicii). Această disciplină nu face decît să „prefațeze” o disciplină mai vastă, care avea să se dezvolte ulterior: psihofiziologia.

În domeniul măsurilor fizice, logaritmul s-a dovedit indispensabil. BeM (după numele lui A. Graham Bell, ale cărui cercetări privind descoperirea unui limbaj pentru surdomuți au dus, în 1876, la descoperirea telefonului), unitatea de măsură pentru intensitatea sunetelor, este semnificativ în această privință. Numărul de beli asociat unui sunet este logaritmul — în baza 10 — al raportului dintre intensitatea aceluia sunet și o intensitate standard (corespunzătoare pragului de audibilitate al unui sunet cu frecvența de 1000 Hz). Două sunete de intensitate 10^n și, respectiv, 10^{n+1} diferă deci prin n beli dacă logaritmul în baza 10 al raportului $10^{n+1}/10^n$ este egal cu n . Sunetele pe care le percepe urechea umană sînt cuprinse într-un interval de 13 beli. Unitatea practică pentru măsurarea intensității sonore este însă decibelul, a zecea parte dintr-un bel.

Dar poate că cea mai spectaculoasă intervenție a logaritmului este aceea privind entropia, atît cea fizică (Clausius, Boltzmann) cît și cea informațională (Hartley, Shannon). Entropia unui sistem exprimă gradul său de nedeterminare, iar expresia ei matematică include funcția logaritmă. Principiul al doilea al termodinamicii (care pune în corelație entropia unui sistem fizic cu energia sa cinetică) și restricțiile fundamentale ale universului informațional stau astfel sub semnul depen-

77

denței logaritmice. Transferul de idei și concepte din domeniul fizic în cel informațional este operat prin intermediul logaritmului. Implicit, acele cercetări din disciplinele social-umaniste care intră în raza de acțiune a teoriei informației (teoria codurilor, lingvistica, socio-metria, psihologia, estetica informațională etc.) ascultă și ele de dependența logaritmă. Cantitatea de informație produsă de un mesaj care folosește n simboluri, cu probabilități de apariție egale cu $p_1, p_2, \dots, p_n$, este suma cu semn schimbat a produselor dintre aceste probabilități și logaritmi în baza 2 din probabilitățile p_i , $P = -\sum_{i=1}^n p_i \log_2 p_i$. Unitatea de măsură a informației este aici bitul, adică informația obținută prin precizarea unei variante din două variante egal posibile.

Expresie matematică a unei vechi înțelepciuni, atît de expresiv redată în proverbul românesc „încet, încet, departe ajungi”, dependența logaritmă își extinde mereu capacitatea de modelare a relațiilor noastre cu lumea înconjurătoare.

Pentru a aduce universul la scară sa, omul îl domolește prin logaritmare.

21. Percepția logaritmă a timpului

Una dintre cele mai paradoxale dimensiuni ale existenței umane o constituie, fără îndoială, timpul; cu cît îl urmărim mai atent, cu atît îl deformăm, percepîndu-l mai lung. Atitudinea opusă este aceea a uitării totale a scurgerii timpului, atunci cînd sîntem implicați într-o activitate care ne absoarbe. Între aceste două situații limită se desfășoară cea mai mare parte a vieții umane, dominată de stări intermediare, în care timpul nici nu reține complet atenția noastră, dar nici nu iese total din orbita sa. Percepția timpului se dezvoltă deci ca o activitate secundă, care însoțește aproape orice

78

preocupare. Dar de multe ori această percepție nu e conformă curgerii obiective a timpului, așa cum este ea măsurată cu ajutorul ceasornicului. Timpul psihologic se înfățișează ca o alternanță de dilatări și contractări ale timpului cronologic, după reguli pe care cercetătorii se străduiesc să le descopere. În

acest sens, s-au adunat un număr mare de experiențe efectuate de psihologi, la care se adaugă experiența naturală a fiecărui om. Unele observații privind timpul psihologic sînt la îndemîna oricui. Astfel, pe măsură ce înaintăm în vîrstă, timpul se accelerează. Timpul se scurge mai repede atunci cînd desfășurăm o activitate plăcută, mai încet atunci cînd ne plictisim sau ne aflăm în suferință. Există însă o discrepanță între timpul trăit și proiecția sa în amintirile noastre. O perioadă trăită intens, bogată în evenimente interesante, captivante, aproape că nu ne mai îngăduie să percepem scurgerea timpului, este deci deosebit de scurtă în percepția ei directă; însă ea se dilată în amintirile noastre, care decantează fiecare episod. Invers, o perioadă, fie ea cît de lungă, trăită stereotip, rutinar, lipsită de evenimente deosebite, e percepută dilată, dar în amintire se contractă considerabil.

Pot fi aceste intuiții precizate într-un fel oarecare? Cercetători ca Jean Piaget (*Le développement de la notion du temps chez l'enfant*, Presses Univ. de France, Paris, 1946), Paul Fraisse (*Psychologie du temps*, Presses Univ. de France, Paris, 1957) și Jean-Blaise Grize (editor și coautor al volumului *Uepistemologie du temps*, Presses Univ. de France, Paris, 1966) s-au aplecat asupra acestor probleme, introducînd în discuția privind durata psihică de percepție a unui eveniment parametri ca numărul de schimbări percepute, munca depusă, rezistența care trebuie, învinga, viteza de desfășurare a evenimentului, forțele disponibile, distanța, spațiul etc. O lungă controversă s-a angajat între Piaget și Fraisse, privind influența vitezei asupra duratei de percepție. Grize

79

a reușit să introducă în această problemă o anumită rigoare logică, propunînd un model bazat pe cîteva relații de ordine relative la muncă, efort, putere, rapiditate, durată.

În 1975, Robert F. Ornstein (*On the experience of time* Penguin Books, New York) dezvoltă, pe baza unui mare număr de experiențe ingenioase, ideea că timpul subiectiv de percepție a unui eveniment crește odată cu gradul său de complexitate, măsurat sub aspect informațional (deci în termenii teoriei informației a lui Shan-non). Dar de ce tip e această creștere? Este ea liniară, logaritmică, exponențială? Autorul ezită să răspundă.

O lucrare și mai recentă, aparținînd lui Jose Leniz Cerda și Gonzalo Alcano Barros (*Factores que inciden en el bienestar*, Revista Chilena de Ingenieria, no. 370, Julio-Sept., 1977) atrage atenția asupra legăturii dintre problema timpului subiectiv și aceea a calității vieții, reluînd (nemărturisit) o idee enunțată încă în 1887 de către Paul Janet, care observa că durata aparentă a unui interval de timp ar putea să fie relativă la durata totală a vieții subiectului care percepe timpul respectiv. Într-o reprezentare infinitesimală (după o idee a lui Mihai Dinu), notînd cu Δt variația elementară a timpului cronologic și cu ΔT variația corespunzătoare a timpului subiectiv, se obține, după Janet, relația $dT = k dt$ k fiind o constantă. De aici rezultă, după cum se știe din calculul diferențial și integral, că pentru orice interval de timp ($t_1 < t_2$) timpul subiectiv corespunzător $T_2 - T_1$ este proporțional cu logaritmul timpului cronologic $t_2 - t_1$.

Dar există o confirmare experimentală a ipotezei lui Janet (ipoteză pe care, după cum ne informează Mihai Dinu, o lansase încă Schopenhauer)? Răspunsul este, deocamdată, negativ. Ne aflăm în stadiul acumulărilor de experiențe și ipoteze, dar acestea nu permit încă desprinderea unor legi. Percepția logaritmică a timpului stă-

80

ruie totuși ca o posibilitate de un mare grad de plauzibilitate, care ar prelungi în dimensiunea noastră temporală faimoasa lege a lui Weber și Fechner, la care ne-am referit în paragraful precedent.

22. Trei sferturi de secundă

Durata menționată în titlu corespunde sesizării unei asociații a două cuvinte (sintagme ca om frumos sau aleargă repede) sau a unui număr format din cinci sau șase cifre (deci a oricărui număr de telefon). Nu este o durată oarecare, deoarece experimentele efectuate de psihologi au arătat că oamenii au tendința de a dilata (psihic) duratele mai scurte și de a contracta duratele mai lungi decît 3/4 dintr-o secundă.

După Wundt, este foarte posibil ca această constantă psihică a duratei medii de reproducere și estimare a unui interval de timp să se fi dezvoltat sub influența mișcărilor celor mai frecvente ale corpului. S-a emis ipoteza conform căreia durata de 0,75 secunde corespunde unui ritm optim al legăturilor succesive în sistemul nervos. De această durată ascultă și bătăile inimii. Într-un mers rapid, timpul necesar gleznei piciorului pentru a executa o oscilație completă corespunde aceleiași durate. Guyau consideră că ritmăm în pasul nostru viteza reprezentării noastre și, ca urmare a unei tendințe naturale, vrem să adaptăm pasul timpului la pasul gîndirii și la cel al gleznelor. Numeroase alte mișcări cu tempo spontan, cele mai multe percepții pe care le realizăm, se succed la un interval de aproximativ trei sferturi de secundă.

Intervalul de 3/4 dintr-o secundă pare deci să fie o constantă psihică, asociată duratei complete a procesului

perceptiv. Studiile de comportament furnizează indicații care converg cu determinările psiho-fiziologice. În comportament, totul se petrece ca și cum eficacitatea unei senzații este maximă atunci când ea precede reacția cu $3/4$ dintr-o secundă. Subiecții care trebuie să reacționeze la un stimul sonor, de exemplu prin manipularea unei chei, fac aceasta la aproximativ trei sferturi de secundă după încetarea stimulului, ca și cum acest interval ar fi un optimum al succesiunii imediate. Reacția începe să se producă la 0,75 secunde după încetarea stimulului.

În toate considerațiile de mai sus, durata de trei sferturi de secundă reprezintă o valoare aproximativă, determinată empiric. Nu există (cel puțin deocamdată) nici o rațiune de ordin teoretic care s-o impună (pe ea sau o altă valoare apropiată), ca rezultat al unor regularități de ordin mai general, care guvernează natura (ca în cazul numărului de aur, de exemplu). Valoarea de $3/4$ este corelată cu unele procese de optimizare, cărora nu le descifrăm încă substratul.

Înrudită cu problema de mai sus este o alta, la fel de interesantă, aceea a dimensiunii prezentului psihologic. Acolo unde fizica descrie schimbări a căror variabilă temporală este continuă, psihologia demonstrează o integrare discontinuă a mai multor evenimente succesive, în cazul unui stimul continuu, apare un prag, care face trecerea de la percepția de instantaneu la aceea de durată, prag care reprezintă deci cea mai mare durată percepută instantaneu. Cercetări experimentale (a se vedea, de exemplu, Paul Fraisse, *Psychologie du temps*, Presses Univ. de France, Paris, 1957) au stabilit că acest prag nu este același pentru diferitele tipuri de stimuli. Astfel, în cazul stimulilor tactili sau auditivi pragul în discuție este mult mai mic decât în cazul stimulilor vizuali. Dar pragul este același pentru stimuli tactili ca și pentru cei auditivi. Dacă stimulul nu este continuu, ci constă dintr-un lanț de evenimente (de exemplu un șir

de lovituri de creion sau de semnale luminoase), se pune problema de a se determina cât de lung poate fi intervalul dintre două evenimente consecutive pentru ca ele să fie percepute ca unul singur (deci simultan, nu[^] succesiv). Experiențele au arătat că percepția temporală funcționează și aici după reguli asemănătoare celor din cazul stimulilor continui. Pragul dintre simultaneitate și succesiune este pentru stimulii tactili același ca și pentru stimulii auditivi, dar în ambele cazuri net inferior celui corespunzător stimulilor vizuali. Dacă stimulii nu sînt omogeni, ci eterogeni, rezultatele sînt intermediare. Astfel, într-o desfășurare alternativă de stimuli auditivi și vizuali, pragul dintre simultaneitate și succesiune este mai mare decât în cazul stimulilor auditivi, dar mai mic decât în cazul stimulilor vizuali.

Am prezentat mai sus numai cîteva aspecte ale unei probleme mult mai ample, care preocupă de multă vreme pe psihologi, pe sociologi, pe antropologi, pe politologi, pe toți cei interesați de modul în care timpul psihologic, timpul social și orizontul temporal influențează capacitatea indivizilor umani și a grupurilor sociale de a se integra în viața socială și de a da un sens vieții lor.

VIII. ACȚIUNEA

23. Itinerare

Una din virtuțile matematicii este aceea de a putea supune unui tratament uniform probleme diferite în conținut. Astfel, între modurile în care își planifică itinerarul o bibliotecă rulantă, o caravană cinematografică, un autocamion care colectează deșeuri, o întreprindere de transporturi, un inspector care are de controlat mai multe unități sau un turist care-și propune să viziteze anumite obiective există deosebiri sensibile, fiecare dintre aceste probleme depinzînd de alte restricții, de alți parametri. Dar această diversitate apare în cadrul unei scheme unice. Este vorba de itinerarele unui punct mobil care are de „vizitat” anumite puncte fixe; acestea formează ceea ce se numește un graf, trecerea de la un punct la altul definind un, arc al grafului. Punctul mobil poate fi deci o bibliotecă rulantă, o caravană cinematografică, un autocamion, un autobuz, un inspector sau un turist, iar punctele fixe pot fi: unele localități sau cartiere; unele întreprinderi sau locuințe particulare; unele stații de autobuz; unele unități industriale, comerciale sau de alta natură; unele obiective turistice. Următoarele restricții se impun în mod natural punctului mobil: a) să treacă prin toate punctele fixe pe care trebuie să le viziteze; b) să nu revină prea des în același punct (aceasta înseamnă că durata dintre două tre-

ceri consecutive prin același punct trebuie să nu coboare sub un anume număr de unități de timp; c) nici un punct să nu fie vizitat prea rar — cu alte cuvinte durata dintre două treceri consecutive prin același punct să nu depășească un anume număr de unități de timp. Problema care se pune este aceea a găsirii tuturor itinerarelor care satisfac toate cele trei condiții de mai sus, în ipoteza că este posibilă „călătoria” punctului mobil de la un punct fix (ales la întîmplare) la oricare altul. Această din urmă ipoteză conferă grafului introdus calitatea de graf complet. Dar, împotriva aparențelor, problema formulată nu poate fi rezolvată prin metodele teoriei grafurilor (metode de natură combinatorie), deoarece mulțimea itinerarelor căutate este infinită și deoarece sîntem interesați nu numai în fizionomia acestei mulțimi, dar și în mecanismul, în regulile de formare a itinerarelor mai lungi din cele mai scurte. În acest fel,

problema noastră este de domeniul teoriei automatelor. Un automat trebuie imaginat nu ca un obiect inert, ci ca o mașină, care are deci nu numai o anatomie, ci și un mod de funcționare. Anatomic, această mașină este finită, în sensul că numărul „pieselor” ei este finit — chiar destul de mic — dar natura acestor piese și modul lor de asamblare permit generarea unei infinități de obiecte. În problema itinerarelor, automatul în discuție este definit pe un alfabet finit, ale cărui elemente sînt punctele fixe vizitate de punctul mobil, iar obiectele generate de automat sînt anumite cuvinte pe acest alfabet, reprezentate de itinerarele care satisfac condițiile a, b și c; acest automat se dovedește a fi de cel mai simplu tip posibil: așa-numitul automat finit. El oferă o soluție în probleme ca aceea a unei biblioteci rulante, a unei caravane cinematografice, a unui autocamion care colectează deșeuri. (Evident, dacă am ține seamă și de alți parametri, ca: timpul de staționare în fiecare punct fix, în funcție de importanța sa;

dis-

85

w

tanțele dintre puncte și de alte aspecte, problema s-ar complica în mod corespunzător). În ceea ce privește însă itinerarele unui inspector, este necesar să introducem o „condiție de surpriză”, conform căreia dacă, într-un itinerar, inspectorul a controlat, după unitatea A, unitatea #, într-un alt itinerar el va evita această succesiune, deci va vizita, după Ay o unitate C, diferită de B. Se poate arăta că această restricție suplimentară complica esențial natura automatului care generează mulțimea itinerarelor; pentru cei care cunosc teoria automatelor, vom spune că automatul nu mai este, de .data aceasta, nici măcar cu pile de memorie, ci este un automat liniar.

O situație specială este aceea a turistului. Dacă el dorește să viziteze cîte o singură dată fiecare obiectiv turistic dintr-o anumită regiune, atunci itinerarul său va fi ceea ce se numește în teoria grafurilor un drum hamiltonian (adică un drum care trece o dată și numai o dată prin fiecare vîrf al grafului). Automatul va genera, în acest caz, toate drumurile hamiltoniene; rezultatul acesta prezintă și un interes matematic în sine.

Într-o a doua etapă, se pot studia itinerare cu proprietăți speciale, în primul rînd cele care sînt optime din anumite puncte de vedere (lungime, durată, cost etc). Din acest punct de vedere, este foarte important faptul că — cu excepția itinerarelor unui inspector — toate itinerarele care apar într-o problemă pot fi obținute cu ajutorul unui număr finit dintre ele.

Toate rezultatele de mai sus — care constituie o premieră metodologică pe plan mondial — aparțin tinerilor matematicieni Gheorghe Păun și Sorin Ciobo-taru. Parte din ele au fost publicate în „Studii și cercetări matematice” (1976), parte în alte reviste. Aceste rezultate inaugurează o direcție deosebit de interesantă în studiul matematic al proceselor economice. Nouta-

86

tea nu constă numai în natura instrumentului matematic utilizat (teoria automatelor și gramaticilor formale), ci și în concepția care stă la bază. Procesele economice nu sînt privite, ca pînă acum, exclusiv sub raportul optimizării anumitor soluții, ci încadrate într-o perspectivă mai cuprinzătoare, în cadrul căreia pot fi formulate întrebări și răspunsuri care altfel nici nu ar fi avut sens sau nu ar fi căpătat semnificația pe care o au aici. Ideea de bază este simplă. Se pleacă, cum am văzut, de la ipoteza posibilității de a cuantifica procesele studiate cu ajutorul unui inventar finit de acțiuni elementare, inventar variabil de la proces la proces. Numai anumite secvențe de astfel de acțiuni conduc la realizarea procesului; aceste secvențe definesc un limbaj pe alfabetul acțiunilor elementare. O atare reprezentare a proceselor economice poate să pară un simplu mod metaforic de a aduce studiul acestor procese în albia teoriei limbajelor formale. Așa s-a și întîmplat într-o lucrare aparținînd lui M. Mercatanti și L. Spanedda, din 1975, unde gramaticile cu un număr finit de stări conduc numai la o schimbare de limbaj în folosirea unor tehnici care de fapt aparțin teoriei grafurilor. Cu totul altfel se prezintă lucrurile în cercetările întreprinse de Gh. Păun. Din faptul că unui proces economic i se asociază un limbaj formal, decurg imediat cîteva întrebări naturale, la care autorul încearcă și reușește să răspundă. Prima problemă se refera la găsirea automatului, a gramaticii care generează limbajul în chestiune. Acest automat definește tipul de competență (individuală sau socială, după împrejurări) care stă la baza procesului studiat, adică mecanismul creativ care-l simulează. Aici apar diferite probleme de decidabilitate. Este limbajul în chestiune nevid, cu alte cuvinte există o soluție a problemei studiate? Este procesul considerat realmente posibil? Reprezintă cutare sau cutare secvență de acțiuni o soluție a problemei, adică aparține ea limbajului aso-

87

ciat procesului? Cît de bogată este mulțimea soluțiilor? (în primul rînd, este ea finită sau infinită?). Este sau nu un anume proces mai complex decît altul, din punctul de vedere al generării sale? Ultima întrebare pune în mișcare întreaga teorie a complexității sintactice, de o deosebită amploare în teoria limbajelor formale.

Unele din întrebările formulate depind esențial de natura limbajului, în sensul că sînt decidabile numai

pentru limbaje care ocupă o poziție inferioară în ierarhia lui Chomsky (formată din patru clase de limbaje: cu un număr finit de stări — adică generate de un automat finit; independente de context; dependente de context și, în sfârșit, cele generate de o gramatică nesupusă la nici o restricție. Dar imediat apare întrebarea dacă într-adevăr există procese economice care conduc la limbaje care nu sînt regulate sau care nu-s nici măcar independente de context. Autorul dă exemple convingătoare de fiecare dintre acestea. Cum am menționat mai sus, dacă procesul de colectare a deșeurilor poate fi simulat cu un automat finit, activitatea unui inspector reclamă un mecanism generativ mai complicat, cel al automatului liniar (echivalent cu o gramatică dependentă de context).

După cum se vede, autorul are în vedere atît proprietăți ale unor soluții individuale cît și proprietăți globale, aparținînd deci fie ansamblului soluțiilor, fie unei anumite clase de soluții. De asemenea, atenția e îndreptată cu precădere asupra aspectelor calitative, legate de tipurile de recurențe care apar în structura soluțiilor. Un exemplu semnificativ este cel legat de aplicarea teoremei lui Bar-Hillel, Perles și Shamir, în virtutea căreia, din cunoașterea unui număr finit de soluții se deduc toate soluțiile unei probleme care se exprimă printr-un limbaj infinit, independent de context, în această perspectivă, sînt studiate probleme dintre cele mai variate, de la cele despre care am vorbit, privind itinerarele unui punct mobil care are de vizi-

88

tat, în anumite condiții, mai multe puncte fixe (variante ale problemei voiajorului comercial cu restricții de timp, variante ale problemei livrărilor, precum și problema inspectorului, amintită mai sus), pînă la probleme de triaje și de fire de așteptare, probleme de organizare a procesului de producție, probleme de ordonanțare și altele. Gh. Păun arată că, cu anumite condiții impuse limbajelor ce reglementează sosirea și servirea, activitatea unei stații de servire poate fi simulată cu ajutorul unui traducător secvențial generalizat; se obține astfel o rezolvare algoritmică a unor probleme ca aceea de a ști dacă este sau nu mărginită linia de așteptare sau dacă, pentru n natural dat, există sau nu mai mult de n momente consecutive de așteptare la stație. Deosebit de semnificativ este rezultatul conform căruia un proces de producție nu poate fi simulat cu un automat push-down (echivalent cu o gramatică independentă de context), dar poate fi simulat cu un automat liniar mărginit; dacă, însă, la fiecare moment stocul de semifabricate este mărginit, atunci procesul poate fi simulat chiar cu un automat finit. Complexitatea automatului depinde de mărimea grafurilor care descriu rețelele tehnologice ale produselor. Tot cu un automat finit pot fi simulate și anumite tipuri de triaje, cum ar fi cel care apare în problema Zilinskaia, de planificare a trecerii ritmice a trenurilor printr-o stație de triaj prin care trec mai multe linii de cale ferată.

În această abordare, problemele de optimizare nu dispar, ci, dimpotrivă, apar într-o lumină nouă, soluțiile optime fiind rezultatul unor alegeri mult mai explicite ca de obicei. De asemenea, prin diferite tipuri de automate utilizate, apar diferite grade de algoritmici-tate, mult mai puternică decît aceea uzuală. În acest fel, caracterul efectiv al soluțiilor devine mai accentuat.

În unele din problemele menționate, de exemplu în problema livrărilor, cercetarea a fost dusă pînă la stadiul de program de calculator. Să sperăm că beneficiarii nu vor întîrzia să apară.

24. Telefonul infinit

Să urmărim desfășurarea unei activități dintre cele mai simple, cum este aceea a stabilirii legăturii de la un post telefonic, cu o persoană care are telefon la domiciliu. Această activitate se descompune în următoarele acțiuni elementare (pe care le vom nota prin simboluri): a = ridică receptorul, b — introduce moneda, c = așteaptă cel mult 5 secunde, d =obținerea semnalului, e = formează numărul postului telefonic cu care dorești să vorbești, f =așteaptă cel mult t secunde, g = obținerea răspunsului și realizarea convorbirii, h = pune la loc receptorul. Simplificăm puțin lucrurile; de exemplu, presupunem că răspunsul este dat chiar de persoana cu care dorim să vorbim și că nici o greșeală nu se produce în formarea numărului de telefon al partenerului. Nu distingem între cazul în care postul căutat nu răspunde și cazul în care el este ocupat.

Există mai multe posibilități. Dacă, după s secunde de așteptare, nu avem semnalul, parcurgem secvența $abch$, deci punem la loc receptorul și reluăm încercarea. Dacă avem semnalul dar nu avem răspunsul, parcurgem secvența $abcdefh$. Dacă avem atît semnalul, cît și răspunsul, parcurgem secvența $abcdefgh$. Se poate întîmpla însă să eșuăm de cîteva ori, sau de mai multe ori (chiar de o infinitate de ori!), fie în obținerea semnalului, fie în obținerea răspunsului. După fiecare eșec, putem relua încercarea. Pentru a exprima mai exact ceea ce se întîmpla, să punem $x = abch$ și $y = abcdefh$. Forma

gene-

90

rală a unei încercări reușite se obține prin compunerea unei secvențe finite arbitrare, formate cu x și y , cu secvența $2 = abcdefgh$. O astfel de secvență este, de exemplu, $x^3y^2x^2y^*z$. Ea arată că legătura telefonică a fost stabilită după trei eșecuri în obținerea semnalului, două eșecuri în obținerea răspunsului, apoi două eșecuri în obținerea semnalului, urmate de patru eșecuri în obținerea

răspunsului; numai după aceste 11 eșecuri s-a putut stabili legătura telefonică. Alte exemple de secvențe care conduc la realizarea scopului propus sînt $x_2yAx_3y_2x_9z$, y_2x_5yQz și $y_2xzy_1x_2yx_2yxz$. În general, x și y pot primi ca exponenți numere naturale arbitrare, puterile respective putînd alterna de un număr finit arbitrar de ori.

Să facem acum cîteva observații în legătură cu analiza de mai sus.

1) Activitatea pe care am discutat-o s-a dovedit a fi cuantificabilă, cu alte cuvinte orice variantă de realizare a ei a putut fi reprezentată printr-o combinație adecvată a unui număr relativ redus de acțiuni elementare (în cazul nostru, cele notate cu a, b, c, d, e, f, g și h) y aceleași pentru toate variantele. Aceste acțiuni sînt deci elementare nu în sensul că nu ar putea fi la rîndul lor descompuse în acțiuni mai simple, ci pentru că o atare descompunere nu este necesară în problema în discuție și pentru că, cu ajutorul lor, putem reprezenta orice variantă.

2) Acțiunea de stabilire a legăturii telefonice are o structură de limbaj, în sensul că orice mod de realizare a ei apare ca o „frază” pe „vocabularul” format din „cuvintele” x, y și z , compuse la rîndul lor din „literele” a, b, c, d, e, f, g și h .

3) Limbajul obținut este format dintr-o infinitate de fraze, deoarece nu există nici o restricție privind lungimea frazelor; într-adevăr, fiind vorba de structura generală a activității în discuție, nu de o realizare concretă

91

a sa, numărul de eșecuri (în obținerea semnalului sau răspunsului) care preced o reușită poate fi oricît de mare.

4) De îndată ce trecem la o formă individuală de desfășurare a acțiunii, supusă anumitor constrîngeri legate de oboseală, răbdare și alți factori, numai un număr finit de variante rămîn valabile. De exemplu, dacă persoana care telefonează are la dispoziție numai zece minute, atunci, presupunînd că secvențele x, y și z au o durată standard de, respectiv, 30, 45 și 60 de secunde, fraze ca $2, xz, yz, xyz$ și xAy_3x^*yz sînt admise, în timp ce fraze ca $x^*y^*x^*yAz, x_{20}z$ și $xuyAz$ sînt respinse, deoarece comportă, fiecare, o durată de 11 minute. Să mai observăm că și valorile parametrilor 5 și t variază: mai mari la o persoană calmă, mai mici la una nervoasă.

În alte cazuri, situația este mai complicată. De exemplu, să ne referim la conducerea automobilului.

Chiar dacă ne restrîngem la efectuarea manevrelor de bază (oprire, depășire, mers înapoi, întoarcere, viraj la stînga sau la dreapta), este nevoie de un „vocabular” de 25 acțiuni elementare, iar limbajele infinite corespunzătoare sînt mult mai complicate decît în cazul telefonului (după cum arată Monica Scorțaru într-o lucrare publicată în „Foundations of Control Engineering”, Poznań), dar pentru un șofer în carne și oase numai o parte finită a acestor limbaje este utilizabilă. Un alt exemplu. Prin structura sa generală, algoritmul operației de adunare este aplicabil oricăror numere, dar această infinitate potențială este înlocuită cu un număr finit — chiar dacă uneori foarte mare — de posibilități, de îndată ce precizăm condițiile de efectuare a calculelor. Astfel, la un calculator de buzunar Hewlett-Packard 55 nu vom putea efectua calcule care conduc la un rezultat superior lui $10^{10} \times 9,999999999$.

Exemplele pe care le-am discutat arată că o activitate umană poate fi privită fie din punctul de vedere al structurii ei generale, fie în raport cu circumstanțele

92

particulare de desfășurare, într-un caz sau altul. Primul aspect definește competența care stă la baza activității considerate; cel de al doilea constituie performanța sa. Accepția acestor termeni este deci diferită, aici, de accepția lor curentă, dar în același timp este înrudită cu ea. Pe distincția dintre competență și performanță se clădește o bună parte din știința actuală. Îi vom consacra, de aceea, paragraful următor.

25. Competență și performanță

Să ne imaginăm procedeul prin care un copil învață un anumit tip de construcție sintactică. Pentru a fixa ideile, să presupunem că este vorba de inserarea unei propoziții relative. Dacă, de exemplu, pornim de la propoziția (1) Șoricelul se ascunde, prin inserarea propoziției relative pe care pisica îl fugărește se obține enunțul (2) Șoricelul pe care pisica îl fugărește se ascunde. Putem repeta acest procedeu, inserînd în enunțul (2) o nouă relativă: pe care cățelul o urmărește. Se obține astfel enunțul (3) Șoricelul (pe care pisica [pe care cățelul o urmărește] îl fugărește) se ascunde. Am introdus anumite paranteze (care în vorbire pot fi mai greu indicate), pentru a se înțelege mai bine structura logică și gramaticală a întregului enunț. Putem continua, inserînd o nouă relativă: pe care copilul îl privește. Se obține enunțul (4) Șoricelul (pe care pisica [pe care cățelul { pe care copilul îl privește } o urmărește] îl fugărește) se ascunde. Putem repeta indefinit acest procedeu. Dacă notăm cu a subiectul și cu b predicatul unei propoziții relative inserate într-o etapă oarecare, enunțurile (1), (2), (3) și (4) devin, respectiv, $ab, a(ab)b =$

93

$= a^2b^2, a(a[ab]b)b^?a^?b^*y a(a[a\{ab\}b]b)b = a^*b^{\backslash}$ iar la etapa a n — a vom obține expresia $a^n b^n$.

Pentru care valori ale lui n este acest enunț învățabil de un copil? Răspunsul depinde, evident, de vîrstă. Anumite experimente ar putea fi semnificative în această privință. Pînă nu demult, învățarea construcțiilor relative se referea la înțelegerea unor enunțuri de tipul (2), în care avem o propoziție principală Șoricelul se ascunde și una secundară relativă pe care pisica îl fugărește. În contrast cu această reprezentare statică, concepția generativă propune o reprezentare dinamică, după care în centrul atenției stă capacitatea iterativă a construcției relative, capacitate care are la bază un anumit mecanism, în stare să explice nu unul sau altul dintre enunțurile (1), (2), (3), . . . , ci modul de trecere de la un enunț oarecare din acest șir la enunțul imediat următor. Acest mecanism revine aici la o gramatică formată din două reguli deforma $A \rightarrow ab$, $A \rightarrow aAb$. Pentru a genera secvența ab , aplicăm prima regulă (adică înlocuim pe A , axioma gramaticii, prin ab). Pentru a genera secvența $anbn$ (cu $n > 1$), aplicăm regula a doua de $n-1$ ori (deci obținem secvența $A71'1 Ab71'1$) apoi regula întîi o dată. Enunțurile (1), (2), (3), . . . sînt însă de natură să ne pună în derută prin caracterul lor din ce în ce mai artificial, mai greoi. Dacă enunțul (1) este normal, enunțul (2), deși inteligibil, creează o oarecare ezitare, prin succesiunea celor două predicate fugărește și se ascunde. Un enunț de tipul (3) are o șansă foarte mică de a fi înțeles într-o comunicare reală. Pe măsură ce înaintăm în șirul de enunțuri de mai sus, depărtarea dintre subiect și predicat crește, mărindu-se din ce în ce mai mult dificultatea de a se sesiza sensul enunțului. Frecvența, într-un discurs vorbit, a unui enunț de tipul celui care ocupă rangul n în șirul de mai sus descresce cînd n crește și ajunge să fie nulă pentru n destul de mare. în

94

ciuda corectitudinii logice și gramaticale a acestor enunțuri, ele nu sînt atestate în practica lingvistică. În același timp, numeroase expresii lingvistice atestate prezintă diferite grade de deviere de la corectitudine (însăși el, omul care l-am văzut, sportivii este sănătoși etc).

Explicația acestui divorț între corectitudine și atestare stă în faptul că, din totalitatea infinită a enunțurilor generate de mecanismul pus în evidență mai sus, mecanism care aparține (împreună cu tot ceea ce el produce) competenței noastre lingvistice, noi nu actualizăm decît o parte finită. Diferite limite biologice, psihologice sau sociale ne împiedică să valorificăm întreaga noastră competență. Astfel, dificultatea de a actualiza un enunț de tipul lui (3) sau (4) provine din efortul prea mare de memorie pe care acestea îl solicită, datorită distanțării treptate a subiectului de predicatul său. În același timp însă, noi includem în practica noastră lingvistică unele enunțuri deviante. Performanța lingvistică, esențial finită, este constituită tocmai din aceste fenomene lingvistice actualizate. Lucrurile se întîmplă întocmai ca în cazul altor activități umane. De exemplu, învățînd algoritmul operației de înmulțire, dobîndim o anumită competență, pe baza căreia o infinitate de operații de înmulțire sînt virtual posibile. Dar numai o parte finită a lor poate fi actualizată (chiar dacă ne folosim de un calculator electronic, fie el oricît de evoluat).

Ultimul exemplu întărește ideea că orice proces de învățare trebuie să aibă în vedere, în egală măsură, atît aspectele de competență cît și cele de performanță.

IX. ISTORIA

26. Istoria, ca strategie

Unul din momentele cele mai interesante ale istoriei contemporane a României este, fără îndoială, cel care s-a creat în primul război mondial, în urma victoriei revoluției socialiste în țara vecină. Noul regim, tocmai atunci instaurat, decide încetarea ostilităților și retragerea armatei rusești, stabilind o reglementare separată de pace cu puterile centrale (Germania, Austro-Ungaria, Bulgaria și Turcia). România se afla și ea în război, alături de Franța, Anglia, Italia și Rusia. Prin retragerea Rusiei, România rămînea singură pe frontul din Est, aliații ei din Vest fiind la prea mare distanță pentru a o putea ajuta. Ce trebuia să facă armata română? Să continue ostilitățile contra Germaniei, în semn de fidelitate față de Antanta, sau să încheie armistițiu și să înceapă tratativele de pace? În ce condiții să se realizeze una sau alta dintre cele două variante ale alternativei? Se știe că guvernul român de atunci a ales cea de a doua variantă. S-a orientat bine? Iată o întrebare pe care mulți specialiști în istorie militară și-au pus-o. Evident, prezentarea de mai sus a situației este foarte schematică. Ar mai trebui să amintim cel puțin faptul că Muntenia și Dobrogea se aflau sub ocupație germană, guvernul român se retrăsese în Moldova, armata română și economia țării se aflau într-o situație critică, bîntuiau bolile.

În ultima vreme, studiul istoriei beneficiază de numeroase metode noi de investigație, metode care permit să se pună sub lupă dilemele cruciale ale istoriei, anali-zîndu-le diferitele căi de rezolvare.

Printre aceste metode, teoria matematică a deciziei este una dintre cele mai puternice. Ea dă posibilitatea să se cîntărească cu luciditate și rigoare, cu finețe și pătrundere, diferitele variante de soluționare a unei probleme, stabilindu-se astfel ordinea de preferință a strategiilor posibile. Evident, elementul subiectiv nu este înlăturat cu totul, dar influența lui este considerabil limitată. Cercetările de acest fel au luat amploare în ultimul deceniu. O expresie elocventă a lor o constituie cele două volume publicate la sfîrșitul anului 1977, sub egida Academiei de științe sociale și politice, cuprinzînd lucrările unei întîl-niri științifice internaționale care a avut loc la Poiana Brașov, în mai 1974, avînd ca temă

studiul matematic al relațiilor internaționale (editori: Mario Bunge, Johan Galtung și Mircea Malița). Totalizând peste 400 de pagini, cele două volume prezintă o mare varietate de metode și probleme. Metodele merg de la observațiile statistice, folosirea logicii, a ciberneticii și calculatoarelor, pînă la teoria jocurilor, tehnicii predictive, analiza sistemică, modele probabiliste, limbaje formale și analogii între structurile sociale și cele chimice. Problemele tratate se referă la momente ale trecutului îndepărtat (de exemplu, tratativele duse de Șerban Cantacuzino, după asediul Vienei, 1683—1688), coalițiile interstatuale, cursa înarmărilor, coexistența pașnică etc. Bogata bibliografie care însoțește articolele publicate în aceste volume arată că studiile de acest fel au luat o mare dezvoltare. Problema de decizie pe care am prezentat-o mai sus a fost studiată de curînd, pe baza datelor furnizate de

96

7 — Semne despre semne

97

specialiști în istorie militară. Analiza întreprinsă se referă la toate variantele cît de cît plauzibile, în raport cu informațiile existente în acel moment (anii 1917—1918). Astfel, varianta formulării unor condiții puse puterilor centrale pentru încheierea unei păci separate, fără a se aștepta consimțământul aliaților, este analizată în două subvariante, după cum condițiile formulate de guvernul român sînt sau nu acceptate. Ipoteza neacceptării este la rîndul ei analizată în alte două subvariante, anume încheierea unei păci necondiționate sau continuarea războiului. Această din urmă posibilitate este analizată în cele două consecințe posibile: victoria puterilor centrale sau a aliaților. Ia naștere astfel un arbore de decizie, în care fiecare variantă și subvariantă are o anumită probabilitate de apariție și un anumit grad de preferință (acești doi parametri fiind stabiliți pe baza tuturor informațiilor furnizate de lucrările de istorie militară). Se evaluează apoi, cu ajutorul acestor parametri, speranța matematică a fiecărei strategii posibile. Analiza efectuată a arătat că toate deciziile luate de guvernul român în împrejurările menționate au fost cele mai judicioase care se puteau lua. Aceasta nu înseamnă însă că metodele teoriei deciziei sînt inutile. Guvernul român avea atunci de analizat un număr relativ mic de variante și este de înțeles că intuiția și experiența puteau suplini calculul, în condițiile actuale însă, tratativele internaționale sînt mult mai complexe, comportă mult mai multe variante și mult mai mulți parametri. Teoria matematică a deciziei se constituie ca un auxiliar prețios al activității diplomatice. Detaliile analizei de mai sus au fost dezvoltate de către Dorina Pop.

98

27. Istoria, ca succesiune și ca repetiție

Sînt oare fenomenele de succesiune ale istoriei în opoziție cu fenomenele de repetiție de care se ocupă științele naturii? A. D. Xenopol dădea la această întrebare un răspuns afirmativ. Dar rezistă acest răspuns la o analiză mai atentă?

Fără îndoială, istoria are ca principal parametru timpul, în timp ce, luate cu toate detaliile lor, evenimintele sînt irepetabile. Aceste observații accesibile simțului comun sugerează acceptarea opoziției postulate de Xenopol. Dar o știință nu poate ajunge la adevăruri mai profunde dacă nu-și abstractizează întrucîtva obiectul. Numai o diferență de grad de abstractizare între istorie și științele naturii, în favoarea acestora din urmă, a putut sugera o opoziție care de fapt nu există, pentru că nu ține de natura lucrurilor, ci de reprezentările noastre despre ele.

Există astăzi un domeniu de cercetare deosebit de dezvoltat, din a cărui experiență în transformarea faptelor de succesiune în fapte de repetiție ar putea învăța și studiul istoriei. Avem în vedere cercetarea narativității literare, fie ea cultă sau populară. Istoria este și ea narațiune, dar își propune să relateze fapte autentice, nu de ficțiune, cum procedează narațiunea literară. De aceea, discursul istoric este mai totdeauna lacunar, faptele trecutului (mai cu seamă ale trecutului depărtat) cu greu pot fi reconstituite într-o succesiune fermă și neîntreruptă. Metodele dezvoltate în studiul narativității literare ar putea permite, prin aplicarea lor la discursul istoric, reliefarea unor distincții utile, efectuarea unor segmentări care conduc la repetițiile ascunse, dar tocmai de aceea semnificative, ale istoriei. Un exemplu (împumutat dintr-o lucrare a noastră

99

în colaborare cu Stanca Fotino) va sugera în ce constă procedeul pe care-l avem în vedere.

Să considerăm un basm-snoavă de tip Păcală, atît de caracteristic în folclorul românesc. Este vorba de Poveste din lume. Universul narat poate fi aici segmentat în 17 evenimente: (1) Un băiat intră slugă la un popă, cu condiția respectării reciproce a unei înțelegeri. (2) În prima zi, popa încearcă să-l determine pe băiat să calce înțelegerea, dar acesta rezistă, (3) a doua zi la fel, (4) în a treia zi, băiatul își primește pedeapsa pentru încălcarea înțelegerii. (5) Fratele băiatului — Păcală — intră în slujba popii cu aceeași condiție. (6) Stăpînul reia prima încercare, la care Păcală rezistă, (7) o reia și pe a doua, care are același rezultat (8) și a treia oară la fel. (9) Acum începe stăpînul să fie cel care să-i reziste, în

cadrul condiției reciproce stabilite, lui Păcală, (10) o altă întâmplare — la fel și (11) cu a treia de asemenea. (12) Rolurile s-au schimbat, popa începe să cedeze în fața constantei răbdări a lui Păcală și hotărăște să plece, el cu fiul lui, pentru a scăpa de Păcală. (13) Dar acesta îl înșală și se ia după el. (14) Hotărâsc aplicarea unei alte tactici pentru a scăpa de el, (15) dar Păcală din nou îi înșală, ceea ce (16) face ca răbdarea popii să cedeze cu totul și să încalce el înțelegerea inițială și (17) să-și primească pedeapsa.

Lăsînd deoparte evenimentele 1 și 5, care au exclusiv menirea de a introduce cîte un personaj, celelalte 15 evenimente pot fi grupate în mod natural, astfel:

2 3 4 6 7

9 10 11 12—13 14—15 16—17

II

III

IV

Fiecare grupă este alcătuită din cîte trei componente, pe care le numim segmente narative. Avem, deci, nouă

100

segmente care se reduc la evenimente și trei segmente formate din cîte două evenimente. În acest moment al analizei, faptele de succesiune încep să se insereze în fenomene de repetiție. Într-adevăr, fiecare segment narativ are caracterul unei probe de încercare la care e supus un erou (nu neapărat în sens moral, ci în sensul de personaj al narațiunii). Apare analogia dintre 2, 6, 9 și 12—13, segmente corespunzînd unei prime probe de încercare; dintre 3, 7, 10 și 14—15 corespunzînd unei a doua probe, și dintre 4, 8, 11 și 16—17, care exprimă o a treia probă de încercare. Însă această analogie este destul de slabă, deoarece, de exemplu, 4 și 8 diferă atît prin persoana eroului cît și prin rezultatul, pozitiv sau negativ, al probei; 8 diferă de 11 prin natura probei iar 11 diferă de 16—17 printr-o inversare de roluri. Într-adevăr, dacă secvența I introduce ca opozanți pe popă și pe fratele lui Păcală, secvențele II și III înlocuiesc pe fratele lui Păcală prin Păcală, iar secvența IV, menți-nînd aceiași opozanți, creează o situație în care nu mai este popa cel care pune la^ încercare pe Păcală, ci invers^. Apare o simetrie a desfășurării narative, în sensul că fazele I și IV stau sub semnul opoziției dintre un personaj dominator (popa în^I, Păcală în IV) și un personaj dominat (fratele lui Păcală în I, popa în IV) iar fazele II și III sînt caracterizate printr-o stare de echilibru între personajele care se află în confruntare (Păcală și opozantul său).

Să simbolizăm prin a semnificația comună a segmentelor narative 2 și 12—13 (prima probă într-o opoziție dintre un dominator și un dominat), prin b semnificația comună a segmentelor narative 3 și 14—15 (a doua probă într-o opoziție dintre un dominator și un dominat), cu c semnificația comună a segmentelor narative 4 și 16—17 (a treia probă într-o opoziție dintre un dominator și un dominat), cu a^, b^, respectiv q semnificația comună a segmentelor 6 și 9, 7 și 10, respectiv

101

8 și 11 (prima^ a doua respectiv a treia probă într-o confruntare echilibrată). Desfășurarea basmului capătă reprezentarea simbolică.

abc.

(1)

j^ici, singurele opoziții care ne interesează sînt Păcală — non Păcală și dominat-nedominat. Într-adevăr, secvența IV este echivalentă cu I, deoarece popa și fratele^ lui Păcală se „dizolvă” în același personaj non-Pă-cală.

Să vedem acum în ce ar consta lectura basmului în reprezentarea (1) de mai^ sus. Sensul imediat al acestei reprezentări este acela că cineva care reușește să-1 domine j>e fratele lui Păcală este, ulterior, dominat de către Păcală. Dar, în fapt, lectura depinde de o idee mai generală, anume că Păcală este foarte isteț și reușește să domine pe toți cei cărora fratele său nu le poate rezista. Această generalizare, această semnificație simbolică pe care o atribuim basmelor de tip Păcală poate fi exprimată astfel:

(abc)n

{abc}n

(2)

exponentul n arătînd că, jîtit la început cît și la sfîrșit, secvența abc este repetată de n ori, n fiind aici un număr arbitrar, 2, 3, dar și 1 000, 2 000 sau 10 000 (n este în același timp numărul de persoane care-1 domină pe fratele lui Păcală și numărul persoanelor dominate de Păcală). Tocmai în această libertate a lui n de a putea^ lua valori oricît de mari se manifestă istețimea superioară a lui Păcală, victorios nu numai în raport cu orice adversar real, ci și în raport cu orice adversar potențial. Egalitatea dintre exponenții celor două apariții ale secvenței abc (cea inițială și cea finală) este obligatorie, deoarece ea reflectă o idee esențială a basmelor de tip Păcală, aceea că istețimea oricărui personaj

altul decât Păcală este pînă la urmă depășită de istețimea lui Păcală.

Putem însă merge mai departe și să admitem, împreună cu ipoteza care a condus la dezvoltarea (2),[^] că numărul confruntărilor echilibrate este egal cu numărul confruntărilor dintre un personaj dominant și unul dominat. O atare presupunere își are și ea o „rațiune narativă”, ținînd seamă de efortul pe care Păcală trebuie să-l depună pentru a reuși să-i domine pe ceilalți. Obținem astfel o dezvoltare de forma $(abc)^*(afactf)(abc)»$. (3)

Dezvoltările (2) și (3) definesc anumite prelungiri infinite ale dezvoltării (1); aceasta din urmă ^constituie performanța narativă a basmului de tip Păcală, în timp ce lecturile, interpretările lui (1) conduc la anumite ipoteze asupra competenței narative, exprimate în dezvoltările (2) și (3), dar și în altele care ar putea fi imaginate, în contrast cu performanța narativă, care este finită, competența narativă este infinită (datorită faptului că n poate lua orice valoare). Dar există posibilitatea de a simula competența narativă cu ajutorul unui mecanism generativ finit, adică alcătuit dintr-un număr ^finit de reguli de generare. Acest fapt are o ^importanță principală, deoarece ne dă posibilitatea să sesizăm nu numai forma exterioară a repetițiilor care apar în dezvoltările narative, ci și mecanismul ascuns care stă la baza lor, deci funcționalitatea care le guvernează. Dacă reprezentările (2) și (3) definesc structura de suprafață a narațiunii, mecanismele generative subiacente definesc structura ei de adîncime. Se poate arăta (a se vedea cartea noastră în colaborare Semiotica folclorului, Editura Academiei, 1975, pp. 151—152) că mecanismul generativ al reprezentării (3) este mai complex decât cel al reprezentării (2). Acest fapt face parte dintr-o situa-

102

103

ție mai generală, conform căreia restricțiile de simetrie sau, mai general, legăturile la distanță pe care lectura le impune unei structuri narative determină o creștere a complexității mecanismului generativ corespunzător. Astfel, în timp ce în (2) a fost impusă egalitatea exponenților secvenței abc inițiale și a secvenței abc finale, în (3) a fost impusă, în plus, o relație între exponentul secvenței abc și cel al secvenței $a^b \setminus C^{\setminus}$ cel din urmă este dublul celui dinții. Nu putem intra aici în detalii (care se găsesc în cartea menționată), dar vom da cu titlu de curiozitate forma mecanismului generativ al reprezentării (2); acest mecanism este alcătuit din două reguli:

$A \rightarrow abc \quad Aabc, (*) \rightarrow abc$

A

unde A este un simbol de semnificație categorială (categoria iterării confruntărilor dintre un personaj dominator și altul dominat) iar săgeata arată că expresia din stînga ei poate fi înlocuită cu cea din dreapta. Dacă aplicăm regula (**), obținem reprezentarea (2) pentru $w=1$. Dacă însă aplicăm de $n-1$ ori regula (*) și, apoi, o dată regula (**), obținem reprezentarea (2) pentru un n arbitrar, mai mare decât 1. Regula (*) poate fi, într-adevăr, aplicată în mod repetat, datorită reluării, în membrul al doilea al ei, a simbolului A din stînga. O astfel de regulă se numește recursivă. Regula (**) nu este recursivă; ea nu poate fi aplicată decât o singură dată. După cum se vede, fenomenele de repetiție devin, în abordarea de mai sus, fenomene calitative, definite nu prin parametri cantitativi, ci prin reguli de generare, adică prin transformări constînd în anumite substituiri. Varietatea de tipuri de repetiții care pot fi studiate în acest fel este practic nelimitată, dacă avem în vedere faptul că putem manevra cel puțin doi parametri cali-

104

tați vi: natura semnificațiilor (notate, în exemplul analizat, prin a, b, c, $a \setminus$, $b^{\setminus} q$) și forma regulilor după care aceste semnificații sînt combinate. Dacă cel de al doilea parametru dă seama de sintaxa narativă, cel dinții permite să se țină seamă de semantica narativă, iar prin combinarea lor ia naștere o semantică a narațiunii.

Pentru ca metoda expusă mai sus să poată fi aplicată discursului istoric, este nevoie mai întîi ca istoriografia să fie capabilă să ne furnizeze succesiuni nelacunare și suficient de lungi de evenimente, pentru ca apoi, prin gruparea acestora în segmente de narațiune istorică și prin asocierea cu semnificații adecvate (aici, mai cu seamă, intervin opțiunile noastre filozofice și ideologice), să ajungem la detectarea unor repetiții fără de care nu putem înțelege sensul aspectelor de succesiune. Răbdarea de a cerceta aceste posibilități ar putea fi răsplătită, deoarece întreaga optică existentă în studiul istoriei ar fi modificată. Într-adevăr, istoria ca performanță s-ar „scufunda” într-o semnificativă desfășurare potențială infinită, obținută prin extrapolarea unui segment real din succesiunea de întîmplări ale istoriei. Este vorba aici de cu totul altceva decât studiul unei istorii ipotetice, condiționate de o anumită schimbare care s-ar fi putut produce în succesiunea de fapte atestată de documente.

28. Negociere, strategie, ambiguitate

Unele probleme de praxiologie (teoria acțiunii eficiente), au fost studiate relativ recent cu ajutorul unor metode lingvistice. Se pleacă de la un vocabular, ale cărui elemente sînt însă nu obligatoriu cuvinte sau mor-feme, ci alegeri {acțiuni, mișcări}, interpretate ca etape într-o anumită activitate, de exemplu într-o

negociere.

105

Să admitem că două alegeri (aparținând sau nu aceluiași partener) nu-s niciodată concomitente; ele se produc deci la momente diferite. Să numim limbaj orice mulțime de secvențe finite, formate cu elemente ale vocabularului. Exemple de limbaj: mulțimea secvențelor de alegeri compatibile cu o anumită strategie; mulțimea secvențelor de alegere aparținând unuia dintre parteneri; mulțimea secvențelor de alegeri care evită forme viciate ca presiunile, amenințările, înșelăciunile. Orice strategie a unui partener la o negociere poate fi reprezentată ca o secvența de alegeri, deci strategiile posibile ale unui partener formează un limbaj. O substrategie este o secvența x pentru care putem găsi două secvențe u și v astfel încât uxv să fie o strategie. Putem compara două alegeri sau două secvențe de alegeri x și y după modul în care ele sunt distribuite ca substrategii. Dacă uxv este o strategie, spunem că x este acceptată de contextul (u, v) . Dacă orice context care acceptă pe x acceptă și pe y , spunem că x domină pe y și scriem $x \succ y$. Astfel, într-o strategie care-și propune realizarea frazelor corecte ale limbii române, deci în care o alegere revine la producerea unui cuvânt românesc, avem albastru- $*$ verde, deoarece în orice frază corectă care conține pe albastru putem înlocui acest cuvânt prin verde, fără ca traza să-și piardă corectitudinea (deși ar putea să-și piardă sensul sau să devină pur și simplu falsă). Semnificația jelației $a \sim b$ este aceea că mișcarea b este mai ambiguă decât a , cu alte cuvinte a este lipsită de ambiguitate în orice context în care b este lipsită de ambiguitate; dacă însă nu avem $b \succ a$ atunci există cel puțin un context unde numai b este ambiguă. Astfel, verde prezintă o ambiguitate privind valoarea de gen gramatical (masculin sau feminin), ambiguitate care lipsește lui albastru fapt care determină dominarea lui verde de către albastru. Ambiguitatea contextuală este un fenomen important în negocieri, în general, în activitatea

106

(JIDIOftatică « uneor* ea este o unealtă folosită în mod dlib^ -e aceea este important să învățăm s-o măsurăm.

cg numii*1 clasa de distribuție a lui <2 mulțimea tuturor alegeri*1^r care dominare a și, în același timp, sunt domini de a- O clasă de distribuție D este inițială dacă orice aleSere ,care domină toate alegerile din D aparțin obligatoriu lui D. Revenind la exemplul de mai sus,

vlUC U^ ~ *1 * 1*77 • • • 1 *-* A •

clasa $d^{\wedge}$ distribuție a lui albastru este inițială, în timp ce clasa $d^{\wedge}$ distribuție a lui verde nu este inițială. Acum putem defini gradul de ambiguitate al unei alegeri a ; este nuillari $^{\wedge}$ c"ase $^{\wedge}$ or inițiale de distribuție care domină pe a (o clasa $d^{\wedge}$ domină pe a dacă orice element al clasei domină pe a). Astfel, gradul de ambiguitate al lui albastru este ega* cu $l_j a^* 11$?erc $^{\wedge}$ e este ega* cu $2 \gg a^* \wedge$ ui precoce este ega $^{\wedge}$ cu $3 \gg a_j$. $^{\wedge}u^{\wedge}$ CHmsecmade este egal cu 4 (deoarece siitgurele clase inițiale de distribuție ale adjectivelor calificative sunt cele ale lui albastru, albastra, albaștri $^{\wedge}$ al $^{\wedge}$ astre)- Mai general, putem defini relația de domina $^{\wedge}$ x $^{\wedge}$ y .Pentru două substrategii x și y ; ea arată că ambiguitatea contextuală a lui x nu o întrece pe aceea a lui y .

Dut? $^{\wedge}$ Cltm se $^{\circ}$:>serva' Q/scutia noastră nu se reiera la orice $^{\wedge}$ e amrjiguitate, ci numai la ambiguitatea contextuală de $^{\wedge}$ i care este determinată de faptul că semnificații unai akșeri (mișcări) într-o strategie $^{\wedge}$ este o funct $^{\wedge}$ e contextul în care alegerea este utilizată. Gradul de ambiguitate pe care l-am definit este tocmai mărimea a $^{\wedge}$ estei dependențe contextuale.

în studi $^{\wedge}$ strategiilor posibile într-o negociere sunt utile s' $^{\wedge}$ te n $^{\circ}$ țiuni> după cum urmează. Reprezentînd o strategi x ca o succesiune de alegeri $av \dots an$, durata z este $/(^{\wedge}i)\# + \dots + f(an)9^{\wedge}$ undt $\{fa\}$ e durata at-Strategiei x îi mai asociem un anume rezultat r s' un anume moment t în care ea este încheiată. Uneori însă> rezultatul r la care ne propunem să ajun-

107

gem este cunoscut și știm în căutarea strategiei prin care îl putem atinge. Astfel, construirea unui sistem de securitate europeană este un astfel de rezultat în legătură cu care diferite țări propun diferite strategii. Diferite tratate bilaterale de cooperare pot fi considerate mișcări (alegeri, pași) care ne apropie de rezultatul dorit. Un rol deosebit îl au, în această privință, acele mișcări care sunt inevitabile în orice strategie care-și propune obținerea unui anume rezultat r , fixat. Orice astfel de mișcare, necesară pentru obținerea rezultatului r , este singură în clasa sa de distribuție relativă la mulțimea strategiilor care conduc la rezultatul r . Într-adevăr, dacă ar exista două mișcări $a <$ și a_2 necesare pentru $a-1$ atinge pe r și care se domină reciproc, ar rezulta că $a <$ și a_2 sunt substituibile una alteia în orice strategie relativă la r , deci nici una din ele n-ar mai fi inevitabilă, în contrast cu ipoteza. Putem deci spune că mișcărilor inevitabile sunt, în studiul strategiilor, ceea ce prepozițiile sau conjuncțiile sunt într-o limbă naturală. O prepoziție ca pe sau o conjuncție ca și formează clase de distribuție de câte un singur cuvânt, deoarece varietatea lor contextuală deosebit de mare nu permite să li se găsească cuvinte pe care să le domine și de care, în același timp, să fie dominate. Un mesaj normal, suficient de lung, într-o limbă naturală, nu

poate evita folosirea conjuncțiilor și prepozițiilor, deci analogia cu mișcările necesare pentru atingerea unui rezultat este reală. Uneori, într-o negociere nu ne propunem un singur rezultat, ci mai multe. Se pune atunci problema dacă este necesară o strategie distinctă pentru fiecare rezultat sau este posibilă o strategie care să conducă la toate rezultatele dorite. Astfel, să presupunem că o persoană dorește să-și procure cinci obiecte a, b, c, d și e al căror preț este, respectiv, de 600, 500, 300,

108

300 și 200 lei, dar suma totală de care persoana dispune este de 1000 lei. Considerând că cele cinci rezultate urmărite sînt aici procurarea lui a, a lui b, a lui c, a lui d și, respectiv, a lui e, este clar că nu există o strategie prin care să fie atinse toate aceste rezultate, dar orice parte a acestor cinci rezultate care nu comportă o cheltuială mai mare decît 1000 lei poate fi atinsă printr-o singură strategie. Astfel, obiectele b, c și e pot fi procurate cu 1000 lei, la fel obiectele b, d și e, în timp ce c, d și e pot fi procurate numai cu 800 lei. Observăm că aceste colecții de cîte trei rezultate sînt maxime din punctul de vedere considerat, deoarece nici o colecție de patru obiecte dintre cele cinci nu poate fi procurată cu 1000 lei. Astfel de situații sînt tipice pentru conflicte. Un conflict ia naștere deoarece negocierea eșuează. Dar negocierea eșuează pentru că nu se găsește o strategie prin care să se atingă atît rezultatele urmărite de un partener, cît și cele urmărite de celălalt partener. Este nevoie atunci de un compromis, prin care măcar unul dintre parteneri să renunțe la unele dintre rezultatele pe care le urmărea sau să le înlocuiască cu altele, mai modeste, în așa fel încît pentru noua mulțime de rezultate să se găsească o strategie prin care ea este atinsă. Dar, evident, se va căuta mulțimea maximală de rezultate care poate fi atinsă în acest fel. (Această mulțime amintește de așa-numitele mulțimi ale lui Pareto din economie), în exemplele de mai sus, conflictul apărea sub forma unei contradicții între suma de care persoana dispune și obiectele pe care dorește să și le procure. Rezolvarea conflictului se face printr-un compromis; persoana renunță la unele obiecte.

Numeroase alte metode și idei din domeniul praxio-logiei pot fi valorificate în studiul negocierilor. Dar pentru ca această valorificare să devină efectivă, este necesar să dispunem de o Informație suficient de completă și de detaliată asupra unor negocieri reale. De

109

exemplu, o cunoaștere amănunțită a tuturor etapelor prin care au trecut negocierile care au condus, în urmă cu cîțiva ani, la o definiție a agresiunii, ar putea da naștere unui studiu interesant privind modul în care un text evoluează pierzînd unele ambiguități și lacune, dar cîștigînd în schimb altele, pentru a ajunge la o formă convenabilă pentru toate părțile.

O dezvoltare mai amplă a unora din ideile de mai sus poate fi găsită la Mărie Nowakowska, Language of motivation and language of action, Mouton, Haga, 1973, precum și în articolul nostru Languages, grammars and negotiations (în Mathematical approaches to internațional relations voi. II., Academia de științe sociale și politice, București, 1977).

CUPRINS

I SEMIOTICA, ȘTIINȚA DESPRE SEMNE 7

II METODE 20

1. Lovitura de biliard 20

2. Structură și sistem 22

3. Ambiguu, întîmplător, imprecis 25

4. Dilema cîinelui 28

III INFORMAȚIE ȘI EREDITATE 32

5. Măsura informației 32

6. Ereditatea, o problemă de sintaxă 35

7. Semantica genetică 38

8. Proteina imaginară 41

V. COMUNICARE 45

9. Elementele comunicării 45

10. Funcțiile comunicării 48

V LIMBAJE 51

11. Protezele limbajului 51

12. Limbi artificiale și limbaje artificiale 54

13. Limbaje de programare 56

14. Despre natura emotivă a japonezilor 59

111

63

VI LOGICA SI ^

15. Propoziție logică și p

16. Lingvistica <***>«£* 6problemă lingvistică 67

17. Traducerea automata, o yi
VII. ÎNVĂȚAREA 70
18. Teoria învățării 70
19 Matematica învățăm i* 0. Percepția logaritnncâ a lumu J 21 Percepția logaritaucă a timpului
22. Trei sferturi de secunda 81 VIII ACȚIUNEA 84
23. Itinerare 84
24 Telefonul infinit w
25. Competență și performanța 93
IX ISTOBIA 96
26. istoria, ca strategie 96 gg 27; xstoria, ca ^^J^ X 28. Negociere,
X
Redactor: MĂRIA BORICEAN Telmoredactor: CONSTANTIN IORDACHE Coli de tipar: 3.5.
Tirajul: 22 000 ex. Bun de tipar: 16.X.1979.
Tiparul executat la întreprinderea poligrafică
Sibiu, Șoseaua Alba Iulia nr. 40
Republica Socialistă România
Comanda nr. 75.